430.51
5531 / v.31-32
#18627

中華農業研究

第三十一卷　　　　第　一　期

目　次

氮素用量對於草培養花葯小胞子的發育與單倍體之形成（英文）…………蔡新聲… 1
水稻數量性狀遺傳之研究　Ⅲ.秈稉稻雜交後代數量性狀遺傳之研究……………
………………………………………………………張德梅 郭益全 謝順景…14
玉米乎期刈割對子粒產量與品質之影響 ……………………………盧煌勝 鄭心嫻…24
拉湖與播種密度對種子用亞麻纖維細胞發育之影響………韓青梅 莊周瑞 邱善美…35
柳橙包裝貯藏與樹上掛藏試驗 ……………………………………林學正 王為一…42
蘆筍的細胞遺傳學研究　Ⅰ.蘆筍之核型與雜交……………………陳敏祥 沈再發…51
亞熱帶地區之甘藍種子生產（英文）……………………………………沈再發…59
紅壤稻田生產力改進試驗……………………………………………………李子純…71
淡色薊馬(*Thrips flavus* Schrank)為害瓜類調查及其防治試驗…溫宏治 李錫山…89
玫瑰害蟲之種類與其為害狀況 ………………………………………… 王清玲…97

中華民國七十一年三月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31(1) : 001~013 (1982)

The microspore development and haploid embryogenesis of anther culture with five nitrogen doses to the donor tobacco plants[1]

Hsin-Sheng Tsay[2]

ABSTRACT : By growing *N. tabacum* plants (Wisconsin 38) with different levels of nitrogen in basic Hoagland water solution, it was found that the amount of nitrogen supply can strongly influence the physiological status of the donor plants and thus the embryogenic ability of cultured anthers. Highest embryogenic ability was obtained when donor plants were grown in culture solution containing 15 mM nitrogen. Lower nitrogen concentration reduced the rate of embryo formation, whereas anthers produced from culture solution without nitrogen supply showed the poorest embryogenesis. Histological examination indicated that anthers derived from low nitrogen solution contained more highly-vacuolate and abortive microspores. The duration neeeded for the formation of microspores with starch granules and densely stained cytoplasm was less in optimal than in low nitrogen concentration. A strong and positive correlation was found between the number of starch-filled microspores and the number of embryos produced in culture. It is postulated that the starch-filled microspores might be able to provided nutrients to the developing embryos.

The culture of isolated plant organs, tissues, cells and protoplasts has attracted members of various fields in biology. Tissue culture technique is convenient not only for studying problems in physiology and biochemistry [21], but also for revealing the problems in cytogenetics and embryology [13,17]. In recent years, *in vitro* culture methods have found practical applications in genetic and breeding works. One of the most interesting approaches for breeders is anther culture for producing haploid plants.

The way in which donor plants are grown can strongly influence the haploid embryogenesis. Considerable evidences have supported the view that physiological status of the donor plants and environmental conditions can influence the production of haploid plants from anther culture [2,3,4,14,19]. Nitrogen supply is generally known of paramount importance in maintaining plants in a vigorous and healthy condition. It is reasonable to assume that it may also influence the haploid embryogenesis. My previous paper [20] reported that tobacco anthers obtained from donor plants grown in culture solution

1. Contribution No. 1025 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

without nitrogen supply showed poor development of tapetum layer and the cytoplasm of microspores was lightly stained. I have proposed that fully-developed tapetum layer and microspores with densely stained cytoplasm are important for haploid embryogenesis in tobacco anther culture [20]. The objective of this study is to determine the relationship between nitrogen supply to the donor plants and embryogenetic characteristics of the excised anthers. The histological basis of haploid embryogenesis influenced by nutrient deficiencies has also been studied.

Materials and methods

Plants of *N. tabacum* L. cv. Wisconsin 38 grown in modified Hoagland culture solution [5] with various nitrogen levels [20] were used in this study. Anthers at mitosis microspore developmental stage were taken from the donor plants and were cultured on Murashige and Skoog (1962) medium as previously described [20].

Five anthers were sampled randomly from each of the five treatments (0, 1.5, 4.5, 15.0 & 45.0 mM nitrogen [20]) after 4, 7, 10, 14, 17, 21 and 24 days in culture and were fixed in FAA for at least 24 hours for histological study. After fixation, anthers were dehydrated in TBA series and embedded in paraplast. Sections were cut at 10 μm thickness on a rotary microtome with a steel knife, stained in Heidenhain's iron hematoxylin series and examined under a light microscope.

Results

A. Anther culture

The results in Table 1 showed that there was no significant difference in percentage of embryogenic anthers among 1.5, 4.5, 15.0 and 45.0 mM nitrogen treatments. However, 0 mM nitrogen treatment showed poor anthers embryogenesis as compared with the other four treatments. Either an excess or a deficient nitrogen supply in culture solution decreased the number of plants developed from cultured anthers. Culture solution having low nitrogen level lowered the embryogenic ability. Anthers grown in culture solution containing no nitrogen had the poorest embryogenesis.

Table 1. Anther culture of *N. tabacum* with five nitrogen concentrations applied to donor plants

Nitrogen in culture solution —mM—	Number of anther cultured	Embryogenic anthers			Total plants produced	No. of plants per	
		No.	%	0.95 Cl		embryogenic anther	culture anther
0.0	39	15	38.5	24—57	289	19.5±6.6	8.9±2.4
1.5	181	134	74.0	66—81	2,732	20.4±2.6	15.1±2.0
4.5	177	102	57.6	50—66	2,434	23.9±2.6	13.8±2.4
15.0	181	119	66.1	58—72	4,277	35.9±3.2	23.8±2.9
45.0	177	104	58.8	51—67	3,564	34.3±3.2	20.1±27

B. Histological examination

a. Normal embryogenesis in cultured anthers

The normal embryogenesis of cultured anthers from donor plants grown in 15 mM nitrogen culture solution was shown in Fig. 1. This figure showed that microspores

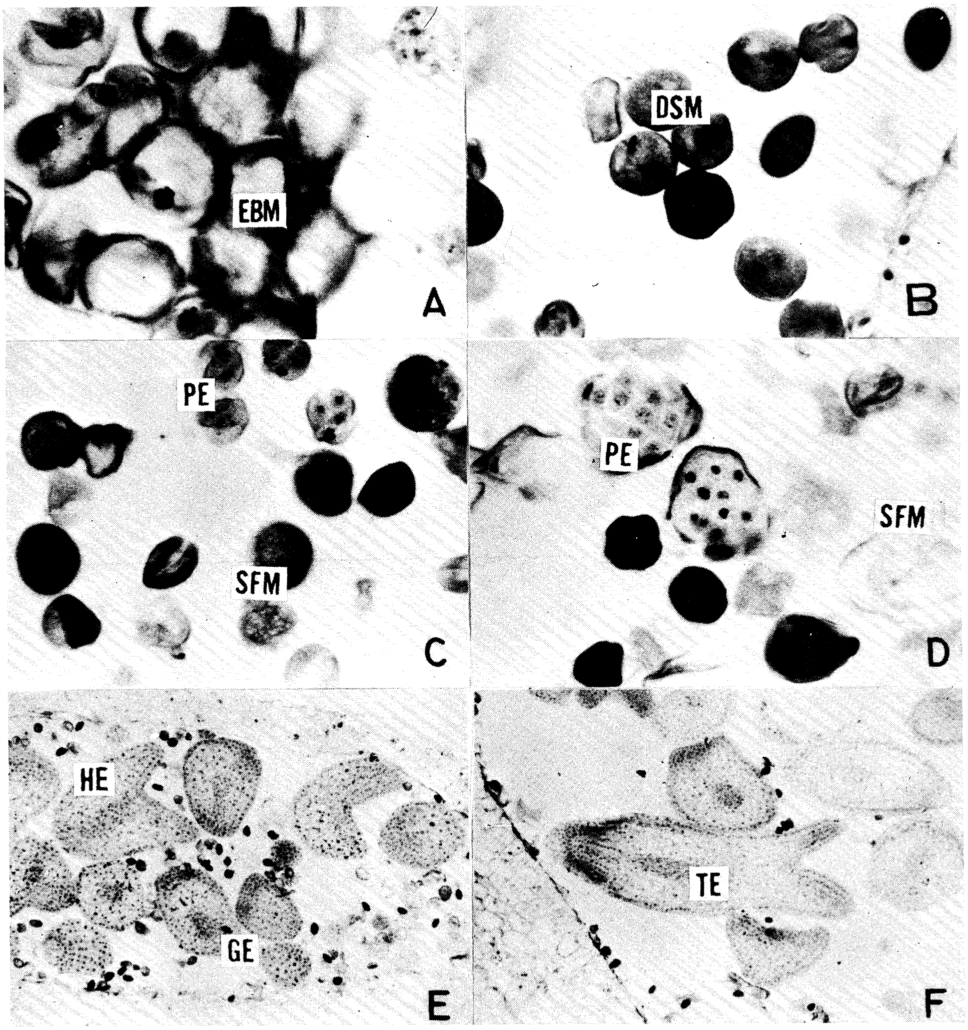


Fig. 1. Stages of embryogenesis in anther culture of *N. tabacum*. A. 4 days in culture, equal-sized binuclear microspores (EBM) were present. B. 7 days in culture, densely stained cytoplasm (DSM) in some microspores. C. 14 days in culture, starch grains in some microspores (SFM) and small pro-embryos (PE)observed. D. 17 days in culture, the starch-filled microspores (SFM) ruptured and embryos were growing. E. 21 days in culture, globular (GE) and heart (HE) shaped embryos observed. F. 24 days in culture, torpedo (TE) shaped embryos present. Magnification : A-D 550X, E-F 225X.

with densely stained cytoplasm after 7-10 days in cultured. The starch-filled microspores and proembryos were formed 14 days later. Histological observation of anther embryo-

genesis revealed that both proembryos and starch-filled microspores might have derived from those microspores with densely stained cytoplasm. The starch-filled microspores did not generate embryo and degenerated later. It is then hypothesized that the starch-filled microspores might provide nutrients to the developing embryos. Table 2 indicated that

Table 2. The correlation between the number of starch-filled microspores and the number of embryos formed in anther culture of *N. tabacum* cv. Wisconsin 38

Days in culture	Nitrogen in culture solution —mM—	Starch-filled microspores —%—	Embryos —%—	Number of microspores studied
14	0.0	4.18	0.30	3,005
	1.5	8.88	2.41	2,860
	4.5	13.41	0.11	1,850
	15.0	0.47	0.04	2,743
	45.0	4.29	0.48	2,310
17	0.0	5.37	0.63	1,733
	1.5	11.63	3.84	2,890
	4.5	38.52	6.00	2,100
	15.0	22.31	4.66	2,537
	45.0	35.01	4.80	2,145
21	0.0	1.46	0.16	2,468
	1.5	22.73	3.57	2,275
	4.5	13.20	3.48	2,315
	15.0	28.23	4.65	3,465
	45.0	27.64	7.88	1,650

the more starch-filled microspores were present, the more embryos formed. A linear correlation ($r=0.86^*$) was found between the percentages of starch-filled microspores and embryos present in tobacco anthers (Fig. 2).

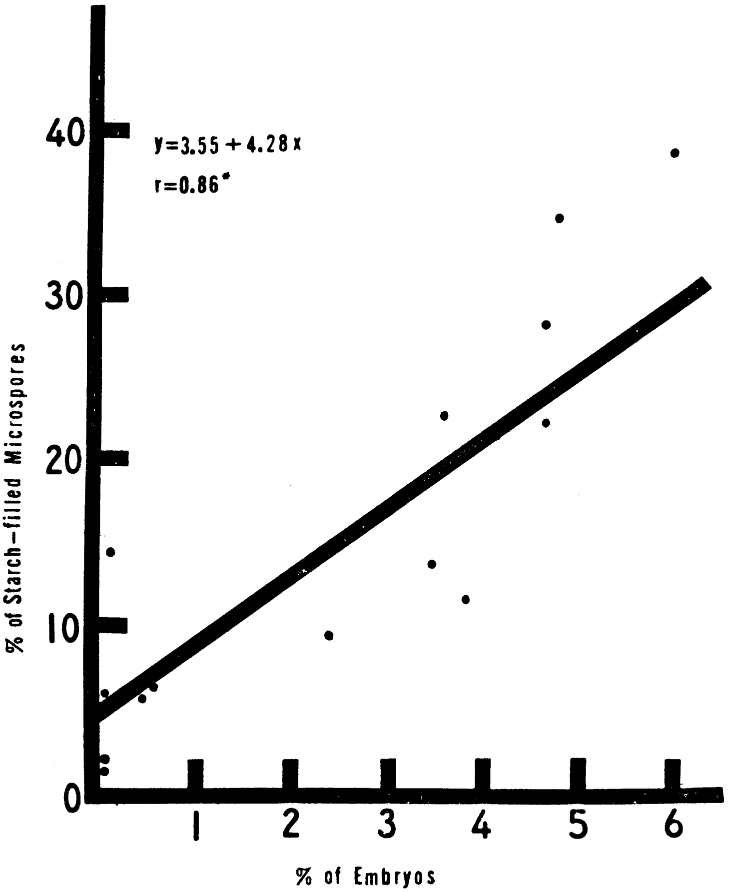


Fig. 2. The regression line between numbers of starch-filled microspores and embryos. Data obtained from tobacco anthers cultured for 14. 17 and 21 days.

In general, the starch-filled microspores were much bigger than the ordinary ones. They often bursted out of the exine but not the intine. They usually have vacuole and 2-3 nuclei. Figure 3A showed the formation of starch-filled microspores 14 days after anther culturing. The microspores ruptured after 17 days (Fig. 3A)

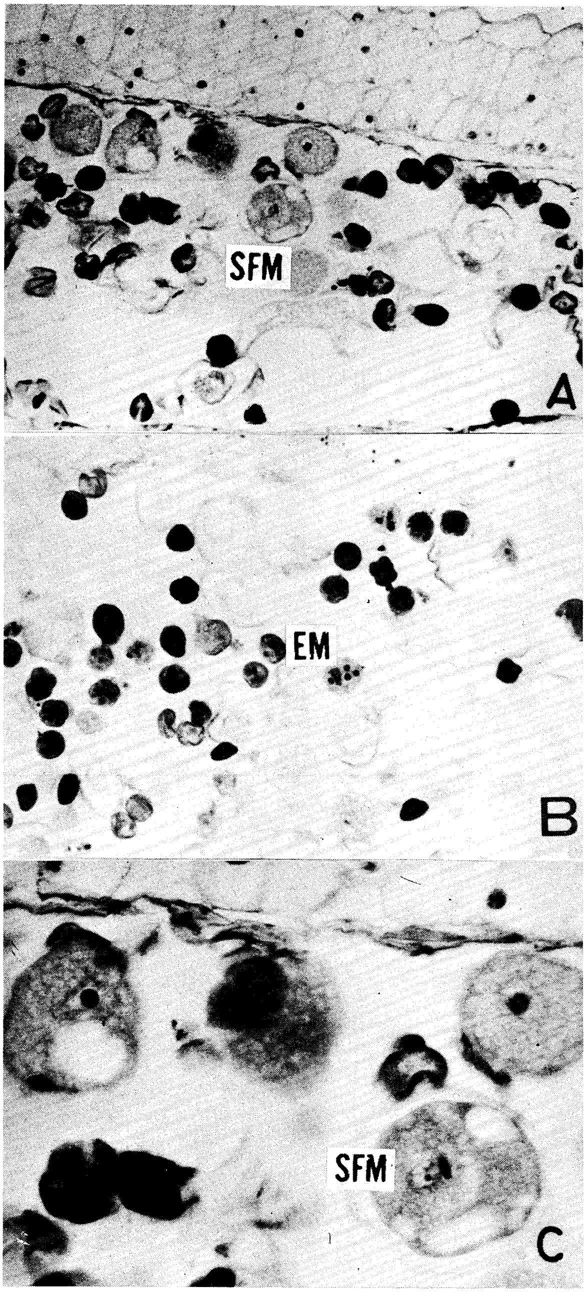


Fig. 3. The formation of starch-filled microspores. A. Starch-filled microspores (SFM) formed after anthers were cultured for 14 days. B. After 17 days in culture showing the ruptured starch-filled microspores and the embryos (EM). C. Starch-filled microspores in high magnification. Magnification : A-B 550X, C 2500X.

b. Normal embryogenesis in high nitrogen treatments and deviations caused by low nitrogen supply.

Table 3 showed that for 0 mM nitrogen treatment, anthers produced many abortive

Table 3. The effect of nitrogen supply to the donor plant (*N. tabacum* cv. Wisconsin 38) and the formation of dead microspores in anther culture

Days in culture	Nitrogen in culture solution —mM—	Dead microspores —%—	Number of microspores studied
10	0.0	61.69	2,480
	1.5	39.85	3,360
	4.5	50.43	3,020
	15.0	36.07	5,367
	45.0	37.72	2,731
14	0.0	64.23	3,005
	1.5	39.76	2,860
	4.5	30.57	1,850
	15.0	46.66	2,743
	45.0	33.81	2,310
17	0.0	67.05	1,733
	1.5	57.06	2,890
	4.5	34.81	2,100
	15.0	54.43	2,537
	45.0	40.05	2,145
21	0.0	60.49	2,468
	1.5	59.11	2,275
	4.5	58.09	2,315
	15.0	47.50	3,465
	45.0	49.39	1,650
24	0.0	83.69	1,846
	1.5	78.40	2,060
	4.5	46.84	1,665
	15.0	37.42	1,510
	45.0	57.20	1,849

microspores with clear cytoplasm after 10 days in culture (Fig. 4). For 1.5 and 4.5 mM nitrogen treatments, many highly-vacuolated microspores were found in anthers of 4-days-culturing (Fig. 4B-C). After anthers were cultured for 21 days, all nitrogen deficient treatment (0, 1.5 and 4.5 mM nitrogen) produced more abortive microspores and smaller embryos as compared to 15 and 45 mM nitrogen treatments, as shown in Fig. 4D-F and Table 3.

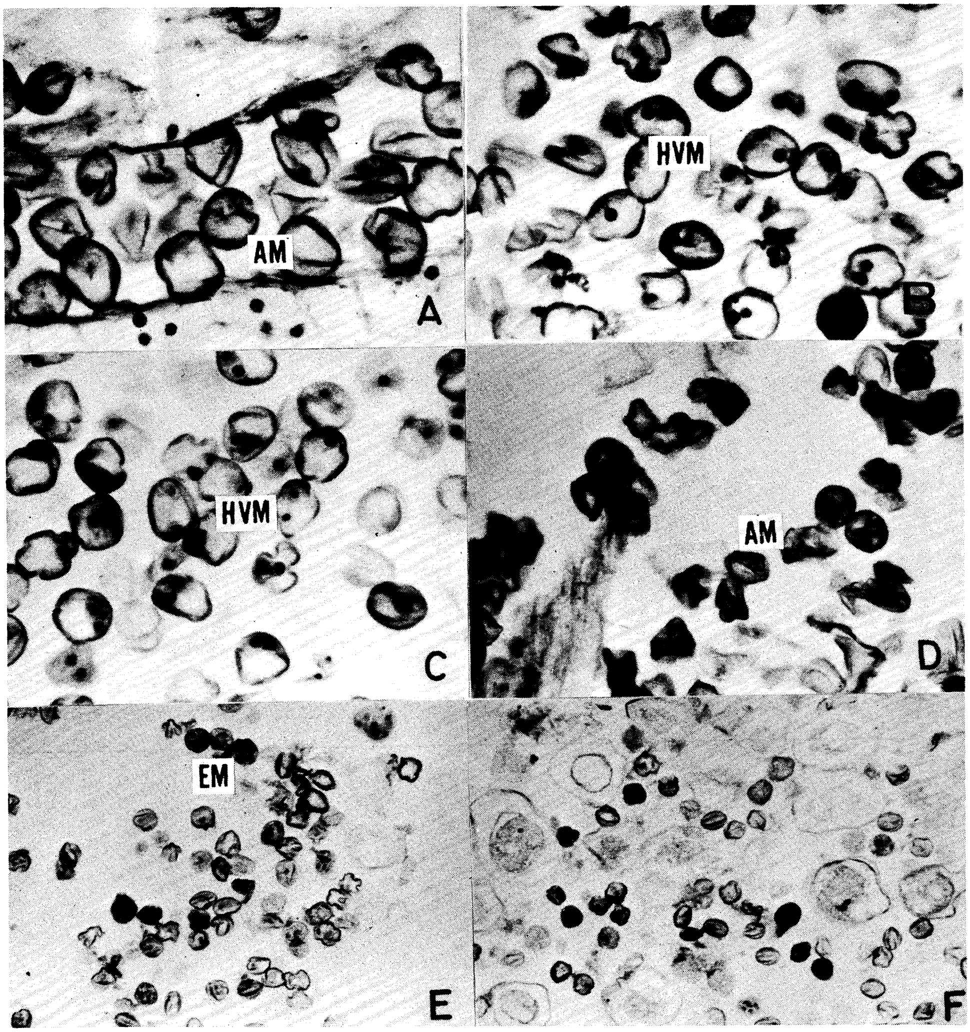


Fig. 4. The deviation from normal embryogenesis in low nitrogen treatments. A. The abortive microspores of O mM nitrogen treatment after 14 days in culture. B-C. The highly vacuolated microspores (HVM) in anthers of 1.5 (B) and 4.5 (C) mM nitrogen treatments, after 4 days in culture. D-F. High frequencies of abortive microspores (AM) and small embryos (EM) with 0 (D), 1.5 (E) and 4.5 (F) mM nitrogen treatments after 21 days in culture. Magnification : A-D 1400X, E-F 550X.

There were also differences in formation of microspores with densely stained cytoplasm and starch-filled microspores among five treatments. The time needed for the formation of microspores with starch granules and stained cytoplasm in cultured anthers differed among nitrogen treatments. The lower the nitrogen was supplied ; the longer the time needed (Table 4). In high-nitrogen treatment, both the densely stained cytoplasm and starch-filled microspores were found in culture of only 4 days.

Table 4. The effect of nitrogen supply to the donor plants on the formation of microspores with densely stained cytoplasm, microspores with two identical nuclei and starch-filled microspores in anther culture of *N. tabacum* cv. Wisconsin 38

Days in culture	Nitrogen in culture solution —mM—	Microspores with densely stained cytoplasm —%—	Microspores with two identical nuclei —%—	Starch-filled microspores —%—	No. of microspores studied
4	0.0	—	—	—	—
	1.5	0	0.84	0	3,710
	4.5	0	0.82	0	4,380
	15.0	0	3.38	0	6,900
	45.0	9.77	1.06	1.15	5,116
7	0.0	0	0.92	0	4,651
	1.5	0	1.22	0	4,346
	4.5	6.14	2.07	0	3,094
	15.0	13.48	2.06	0	6,513
	45.0	6.03	1.04	2.74	5,470
10	0.0	0.28	0.32	2.06	2,480
	1.5	1.99	0.15	7.74	3,360
	4.5	13.18	0.20	5.30	3,032
	15.0	5.20	1.57	0.22	5,367
	45.0	14.71	0.26	1.10	2,731
14	0.0	7.69	0	4.13	3,005
	1.5	8.22	0	8.88	2,860
	4.5	11.19	0.32	13.41	1,850
	15.0	8.60	0.73	0.47	2,743
	45.0	4.42	0.13	4.29	2,310

Discussion

Histological study revealed that anthers from plants grown in low nitrogen culture solution contained more highly-vacuolated and abortive microspores. The duration needed for the formation of microspores with densely stained cytoplasm and starch-filled microspores was shortened when the donor plants were properly supplied with nitrogen. The most dramatic difference between the non-embryogenic and embryogenic anthers was the formation of starch-filled microspore which occurred as early as 4-10 days in culture in the embryogenic anthers. In contrast, there was hardly any starch-filled microspore in the non-embryogenic anthers.

The question posed by the foregoing is whether the formation of starch-filled microspore plays a causative role in embryo formation, or whether it is just an end product of cellular metabolism, unrelated directly to the embryo initiation process. Because of the following reasons, it appears reasonable to infer that starch-filled microspores play a definite role in the embryo initiation process in tobacco anther culture. First of all, the formation of starch-filled microspores proceded any observable embryos. The formation started in 4 to 10-day-old cultured anthers, and this was before the formation of embryos which were not observed until after 14 days. Secondly, no embryos were formed in cultured anthers lacking starch-filled microspores. In addition, the starch-filled microspores of embryogenic anthers ruptured and released their content between 17 and 21 days of culture. These observations suggest that starch is used both during embryo initiation and the subsequent developmental stages. Studying cell development during cotton embryogenesis, Jensen (1963) observed the presence of a large number of starch-containing plastids in the synergids and polar nuclei of mature gametophyte. During the early stages of embryo development, there was abundant starch in the zygote, but as it divided, the amount of starch per cell decreased [6]. Thorpe and Murashige (1970), in studying organ formation of tobacco stem pith callus, found that the difference between the non-organ-forming and organ-forming tissues was the accumulation of starch in the latter. They reported that GA_3-treated tissues showed the absence of organ formation and a marked reduction in accumulated starch and interpreted that GA_3 caused the *de novo* synthesis of α-amylase which in 4 to 5 days reached a sufficently high concentration to hydrolyze the starch formed. Thus, if a certain concentration of starch is required to support the organ initiation activities, GA_3 prevented this concentration from being reached, and thereby inhibited shoot formation [18].

Thirdly, the conclusion that starch-filled microspore was important to embryo formation and embryo development was supported by the data obtained from anther cultured for 14, 17 and 21 days. There was a positive correlation between the number of starch-filled microspores and the number of embryos. Finally, in other organogenetic processes starch accumulation has been a conspicuous feature. Marinos (1967) studied the growth of potato buds following the breakage of dormancy. He found that the starch concentration was low in cells of the shoot apex and young leaves, but was very great in the underlying parenchyma cells [7]. Sadik and Ozbun (1967) observed a direct relationship between the presence of starch and floral induction in cauliflower. They found that shoot apices of vegetative plants contained little or no starch. However, the shoot apices of plants induced to flower accumulated large amounts of starch. They also found that floral primordia which developed into functional flowers had very heavy deposits of starch, while floral primordia which aborted were devoid of starch [12].

The question arises, therefore, about the physiological significance of starch-filled microspore in the embryogenic process. Two functions of starch-filled microspore appear possible. Firstly, the formation of starch-filled microspore and its subsequent use during embryo development may reflect the high energy requirement of the embryogenic process. Jensen (1963) found a continued increase in oxygen uptake with the development of the

cotton embryo, while there was a decrease in the amount of starch present [6]. As a source of energy, starch possesses a distinct advantage. Its degradation by phosphorylase, now considered the most probable mechanism, would result in high yields of glucose-1-phosphate, the subsequent metabolism of which through glycolysis would produce substrate-level adenosine triphosphate (ATP), without the expenditure of high energy phosphates at that time. The degradation of pyruvate through the TCA cycle and concomitant oxidative phosphorylation would lead to additional ATP production. The high-energy phosphates produced would then be available for cellular metabolism [18]. The second possible role of starch in the organogenetic process is osmotic. The degradation of starch to oligo-saccharides could effectively and systematically increase the osmotic potential of the cells and thus lead to increased water uptake. This increases in water uptake would keep proteins fully hydrated and allow maximum enzyme activity [18].

The formation of starch-filled microspores in anther culture has been reported by many authors. Sunderland [16], Sunderland and Wicks [17], and Bernard [1] observed that in anther culture of *N. tabacum*, certain pollen grains enlarged as a result of starch deposition and they often bursted out of the exine, thus giving rise to giant bodies enclosed by the intine. These giant bodies had 2 or 3 nuclei and they did not undergo embryogenesis [1,14,15,16,17]. Rashid and Street [11] reported that in anther cultures of *Atropa belladonna*, anthers which failed to produce embryos always contained abnormally enlarged pollen packed with starch grains. However, these abnormal pollen grains were also observed in anthers producing embryo. From the observation of the histological study, it was found that although the starch-filled microspores did not actually undergo embryo formation, they might serve as a readily availably source of energy for the initiation of embryos and the subsequent development of these embryos, both activities presumably have very high-energy requirements.

It is obvious that the role of nitrogen supply is critical in haploid embryogenesis in tobacco. The influence of P, K, and other elements should also be examined by using the same methods. These studies may also be expanded to explore how pathogens, e. g., virus, would affect plants and consequently the success of anther culture.

Acknowledgements: I am especially grateful to Dr. Toshio Murashige, Univ. of Calif., Riverside, USA for providing facitities and guidance during the period in which the research was carried out. I also thank Dr. Dah-Jiang Liu for correcting the English manuscript and making valuable suggestions.

Literature Cited

1. Bernard, S. 1971. Development d'embryons haploides a partir d'antheres cultivees in vitro. Etude cytologique comparee chez le Table dt le *Petunia*. Rep. Cytol. el Biol. Veg. 34 : 165-188.
2. Dale, P. J. and M. W. Humphreys. 1973. Tissue culture, Rep. Welsh Plant Breeding Stat. : 88.
3. Dunwell, J. M. 1976. A comparative study of environmental and developmental factors which influence embryo induction and growth in culture anthers of *Nicotiana tabacum*. Environ. Exp. Bot. 16. 109-119.
4. Engvild, K. C., I. Linde-Laursen and A. Lundquist. 1972. Anther cultures of *Datura innoxia* :

Flower bud stage and embryoid level of ploidy. Hereditas 72 : 331-332.

5. Hoagland, D. R. and D. I. Arnon. 1938 : The water-culture method for growing plants material soil. UC Agri. Exp. Sta. Circular 347 : 1-39.
6. Jensen, W. A. 1963. Cell development during plant embryogenesis. Brookhaven Symp. Biol. 16 : 179-202.
7. Marinos, N. G. 1967. Multifunctional plastids in the meristematic region of potato tuber buds. J. Ultrastruct. Res. 17 : 91-113.
8. Murashige, T. 1961. Suppression of shoot formation in cultured tobacco cells by gibberellic acid. Science 134 : 280.
9. Murashige, T. 1964. Analysis of the inhibition of organ formation in tobacco tissue culture by gibberellin. Physiol. Plant. 17 : 636-643.
10. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tabacco tissue culture. Physiol. Plant. 15 : 473-497.
11. Rashid, A. and H. E. Street. 1973 : The developmeat of haploid embryoids from anther cultures of *Atropa belladonna* L. Planta 113 : 263-270.
12. Sadik, S. and J. L. Ozbun. 1967. Histochemical changes in the shoot tip of cauliflower during floral induction. Can. J. Bot. 45 : 955-957.
13. Sink, K. C. Jr. and V. Padmaanbhan. 1977. Anther and pollen culture to produce haploids : Progress and application for the plant breeder. Hortsci. 12 (2) : 143-150.
14. Sunderland, N. 1971. Anther culture. A progress report. Sci. prog. Oxf. 59 : 527-549.
15. Sunderland, N. 1973. Pollen and anther culture. In. Plant tissure and cell culture. By H. E. Street (ed) pp. 205-239.
16. Sunderland, N. 1974. Anther culture as a means of haploid induction. In : Haploids in higher plants : Advances and potential. By Kasha, K. J. (ed) pp. 91-122. Guelph, Univ. Guelph.
17. Sunderland, N. and F. M. Wicks. 1971. Embryoid formation in pollen grains of *Nicotiana tabacum*. J. Exp. Bot. 22 : 216-226.
18. Thorpe, T. A. and T. Murashige. 1968. Starch accumulation in shootforming callus cultures. Science 160 : 421-422.
19. Tomes, D. T. and G. B. Collins. 1976. Factors affecting haploid plant production from *in vitro* anther cultures of species. Crop Sci. 16 : 837-840.
20. Tsay, H. S. 1981. Effects of nitrogen supply to donor plants on pollen embryogenenesis in cultured tobacco anthers. Jour. Agric. Res. China 30 (1) : 5-13.
21. Zink, M. H. 1974. Haploids in physiological and biochemical research. In : Haploids higher plants : Advances and potentials. By Kasha, K. J. (ed) pp. 339-353. Univ. Guelph, Guelph.

氮素用量對菸草培養花葯小胞子的發育與單倍體之形成[1]

蔡 新 聲[2]

摘 要

菸草以改良 Hoagland 基本鹽類的水耕液培養，發現氮素不同量的供給能左右母體植物生長的好壞，進而影響到由此植物所取花葯培養單倍體的形成。花葯培養的結果顯示低濃度氮素量生長下的母體植物（尤其是不含氮素量處理區），其單倍體之形成較差。花葯培養後不同時期的組織切片顯示，適當氮素濃度生長下之母體植物，其花葯培養後形成「細胞質染色力較强之小胞子」及「澱粉粒小胞子」所需的時間均較低氮素量生長下母體植物之花葯為早；由於「具有澱粉粒小胞子」的數目與胚狀體形成的數目有正相關，所以母體植物生長於不同氮素量下，可間接左右花葯培養後「具有澱粉粒小胞子」及「細胞質染色力較强小胞子」形成的早晚，進而影響到單倍體形成的能力。切片的觀察顯示「具有澱粉粒小胞子」的功能為瓦解後供給發育中胚的養分。又低氮素量生長下所得之花葯，經培養後形成之高度空泡化小胞子及退化小胞子的數目亦均比母體植物生長於適當氮素量下所得之花葯培養為多。

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1025 號。
2. 本所農藝系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）31(1)：14～23（1982）

水稻數量性狀遺傳之研究

Ⅲ. 秈粳稻雜交後代數量性狀遺傳之研究[1]

張德梅　郭益全　謝順景[2]

摘　要：本研究採用兩種秈稻（P_1 爲嘉農秈 11號；P_2 爲臺中在來 1 號），兩種粳稻（P_3 爲臺南 5號；P_4 爲臺農 67 號）及其雜交後代（F_2）爲材料，研究同型及異型品種間雜交組合後代各種數量性狀之遺傳行爲，以作爲秈粳稻雜交育種之參考。其結果摘要如下：

1.秈粳稻雜交後代之株高、穗數、穗長、一穗粒數及千粒重等之變異不大，由於屬於數量性狀，故遺傳因子數較多，F_2 族羣呈連續性之頻度分佈，超越雙親者較少，多數屬中間型，這些中間型品系對超越育種後裔的選拔效果不大。

2.各數量性狀間之外表型相關與遺傳型相關大致相等，環境相關均不顯著。株高、穗長、穗重、一穗粒數及千粒重間呈顯著之正相關。穗數與一穗粒數及千粒重與結實率呈顯著之負相關，但嘉農秈11號與兩個粳稻品種間之雜交組合，其千粒重與結實率呈顯著之正相關。

3.秈粳稻雜交後代之株高、穗長、穗重及千粒重等性狀之遺傳率較高。穗數、一穗粒數及結實率等性狀之遺傳率較低。

稻米爲我國人之主要糧食，如何應用科學的方法從事改良，以增進稻米的生產，是農業從業者的目標。本省目前的栽培稻分爲兩亞種（Subspecies），即印度型及日本型 (17,18)，或稱秈稻及粳稻 (19)。此兩亞種間各有其優劣點，秈稻在高溫下分蘗數較多 (2,3,4)，抗小粒菌核病及褐飛蝨 (10,15)，缺點爲米質較差 (16)，不能適合多數國民之口味。粳稻之根系活力較強 (9)，較抗白葉枯病 (6)，又顆粒澱粉含量低，米質優良，爲多數國民喜愛，但在高溫下分蘗數減少，且比較不抗稻熱病 (14)，同型品種間之雜交育種，由於血緣較近，所育成之新品種往往有很多缺點，遺傳血緣較遠的秈粳稻雜交，可綜合此兩型稻的優點於一體，並可改良上述之缺點。

進行秈粳稻之雜交時，最大困難是雜種不稔性之產生 (11)，血緣愈遠者間之雜交，其不稔程度愈大，幸此種不稔性可自 F_2 代起，以後各代漸次減少，可經由選拔方法而使結實率完全恢復 (13)，故在秈粳稻雜交育種上，不會構成嚴重的問題。

與產量有關的性狀，主要爲產量構成要素，多屬數量性狀，而數量性狀又容易受環境因素之影響，故其遺傳行爲之闡明對秈粳稻雜交後代之選拔極爲重要。本試驗之目的乃研究數量性狀之遺傳行爲及檢討秈粳稻雜交後代各產量構成要素之選拔效果，供實際育種時之參考。

材料與方法

本試驗以兩種秈稻（P_1 爲嘉農秈 11 號；P_2 爲臺中在來 1 號）及兩種粳稻（P_3 爲臺南 5 號；P_4

1.臺灣省農業試驗所研究報告第 1026 號。本研究承行政院國家科學委員會獎助，文承蒙劉淸博士斧正，謹誌謝忱。

2.本所農藝系助理研究員、研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

爲臺農 67 號），將此四個品種進行同型品種間之雜交，即秈×秈（$P_1 \times P_2$）與稉×稉（$P_3 \times P_4$），及異型品種間之雜交，即秈×稉（$P_2 \times P_3$；$P_2 \times P_4$；$P_1 \times P_3$；$P_1 \times P_4$），並將親本及雜交後代分別單本植於田間，親本 40 株，雜交組合 300 株左右，行株距爲 22.5 cm×22.5 cm。

調查項目分七項，（1）株高（cm），（2）穗數（支），（3）穗長（cm），（4），平均一穗重量（g），（5）平均一穗粒數，（6）千粒重（g），（7）結實率（%）等。將調查所得資料分別統計各性狀在不同雜交組合下之變方，頻度分佈、遺傳率、外表型，遺傳型及環境之相關關係，由下列公式求得：

（1）變方：$$S^2=\frac{\Sigma fi(xi)^2-\frac{(\Sigma fixi)^2}{\Sigma fi}}{\Sigma fi-1}$$

xi：爲各性狀之變數。

fi：爲各性狀之變數所出現之頻度。

（2）遺傳率：$$h^2=\frac{V_{F2}-V_E}{V_{F2}}\times 100,\ V_E=\frac{1}{2}(V_{P1}+V_{P2})$$

V_{F2}：爲 F_2 之總變方。

V_E：爲環境變方，係 V_{P1} 第一親本總變方和 V_{P2} 第二親本總變方兩者之平均值。

（3）外表型、遺傳型及環境之相關關係。

$$r_P=\frac{Cov\cdot xy_{F2}}{\sqrt{Vx_{F2}\cdot Vy_{F2}}},\quad r_G=\frac{Cov\cdot xy_{F2}-Cov\cdot xy_E}{\sqrt{(Vx_{F2}-Vx_E)(Vy_{F2}-Vy_E)}},\quad r_E=\frac{Cov\cdot xy_E}{\sqrt{Vx_E\cdot Vy_E}}$$

結果與討論

一、秈稉稻親本及雜交組合 F_2 各種數量性狀之變異

數量性狀的遺傳基礎與質的性狀者相同，故數量性狀亦可表現出不同程度之顯隱性，因子間作用及連鎖等，但數量基因（Polygenes）受環境影響較大，單一因子之作用小，一般而言，一數量性狀受多數數量基因所控制，同時常表現出連續性分佈。此等數量因子在育種上甚爲重要，以下分別討論七個數量性狀在 F_2 代之頻度分佈及變異。

（一）親本及雜交後代 F_2 株高之變異：

株高性狀在水稻育種工作上頗具重要性，最適合之株高大約在 80～110 公分之間，因此栽培稻中之推廣品種也很少超過此範圍，由表 1 可知，四個親本爲目前的栽培品種，株高均在 86～110 公分間，雜交組合之變異也很小。同型品種之雜交後代如 $P_1 \times P_2$ 及 $P_3 \times P_4$ 之變異最小，分別爲 27.12 及 71.89，異型品種間之雜交組合後代變異較大，如 $P_2 \times P_3$、$P_2 \times P_4$、$P_1 \times P_3$ 及 $P_1 \times P_4$ 等。王[1] 亦曾報導，異型品種雜交，F_2 之株高，穗長及每株穀重之分佈常超過雙親之範圍，同型品種間之雜交組合後代超過親本者則較少。

又依 Wu[20] 之研究，株高至少由 3 羣顯性因子控制，其顯隱性因子頻度不相等，株高爲部份顯性，而顯性因子總數大於隱性因子總數 2 倍之多，因此株高之遺傳構成對環境反應較穩定，在雜交後代早期選種即屬有效。

表1. 諸親本及各 F_2 集團株高之頻度分佈及變異

Table 1. The means, variances and frequency distributions for plant height of parents and F_2 populations

Parents and crosses[a]	Plant height (cm) "upper limits of class"								Total	$\bar{X}$	S	S^2
	70	80	90	100	110	120	130	140				
P_1		6	29	4					39	89.49	5.1	26.05
P_2	2	12	23	1					38	86.05	6.4	40.75
P_3				13	27				40	106.75	4.8	22.75
P_4				12	25				37	106.76	4.7	22.52
$P_1 \times P_2$		25	148	102	8	6	3	2	292	94.21	8.5	71.89
$P_3 \times P_4$			4	90	190	3			287	106.69	5.2	27.12
$P_2 \times P_3$			9	52	74	87	40		264	113.90	10.9	118.94
$P_2 \times P_4$	1	14	52	97	79	39	7		289	103.29	11.5	133.25
$P_1 \times P_3$		2	32	59	88	52	13		246	107.93	11.0	121.81
$P_1 \times P_4$		4	57	85	69	37	14		266	104.51	11.7	126.55

a. P_1=Chianung Sen No. 11 P_3=Tainan No. 5
P_2=Taichuug Native No. 1 P_4=Tainung No. 67

(二) 親本及雜交後代 F_2 穗數之變異：

由表 2 知，四個親本及雜交後代的平均穗數均不很多，此可能由於第二期作在分蘖期間之高溫抑制水稻分蘖能力所致[7,12]，4 親本中以嘉農秈 11 號之穗數最多，而與此品種之雜交組合，其平均穗數較多。如 $P_1 \times P_2$、$P_1 \times P_3$ 及 $P_1 \times P_4$ 分別爲 12.39、10.54 及 10.79 。其他三個雜交組合之穗數則略少。

表2. 諸親本及各 F_2 集團穗數之頻度分佈及變異

Table 2. The means, variances and frequency distributions for panicle number per hill of parents and F_2 populations

Parents and crosses	Panicle number "upper limits of class"									Total	$\bar{X}$	S	S^2
	5	7	9	11	13	15	17	19	21				
P_1		2	5	17	9	6				39	11.62	2.1	4.45
P_2		7	15	10	2	2	1	1		38	10.16	2.8	7.70
P_3	4	22	12	1		1				40	7.70	1.8	3.19
P_4		4	9	10	10	2	1	1		37	11.22	2.7	7.51
$P_1 \times P_2$	4	21	38	71	71	52	25	5	5	292	12.39	3.2	9.98
$P_3 \times P_4$	105	136	42	4						287	6.62	1.5	2.13
$P_2 \times P_3$	15	76	74	55	37	7				264	9.33	2.4	6.00
$P_2 \times P_4$	34	87	87	65	12	2	2			289	8.64	2.3	5.23
$P_1 \times P_3$	14	32	60	71	39	20	10			246	10.54	2.9	8.32
$P_1 \times P_4$	9	36	71	67	42	30	6	3	2	266	10.79	3.0	9.16

(三) 親本及雜交後代 F_2 穗長之變異：

穗長受環境的影響較小，親本的平均穗長爲 21～24 公分之間，各雜交組合後代的平均穗長爲 20～23 公分之間，並且變異不大（表 3），因此秈稉稻雜交對穗長的改進不大。據盧、孔[13]之研究，穗長之選拔效果在 F_2 代無效，F_3 代以後方有效果。

表 3. 諸親本及各 F_2 集團穗長之頻度分佈及變異

Table 3. The means, variances and frequency distributions for panicle length of parents and F_2 populations

Parents and crosses	Panicle length (cm) "upper limits of class"									Total	$\bar{X}$	S	S^2
	14	16	18	20	22	24	26	28	30				
P_1				1	24	14				39	22.67	1.1	1.12
P_2					1	25	12			38	24.58	1.0	1.06
P_3				9	26	5				40	21.80	1.2	1.39
P_4				6	19	12				37	22.32	1.4	1.89
$P_1 \times P_2$		1	10	30	80	122	47	2		292	23.16	2.1	4.25
$P_3 \times P_4$			3	36	115	114	17	2		287	22.78	1.7	2.86
$P_2 \times P_3$		2	14	62	91	61	30	4		264	22.28	2.3	5.29
$P_2 \times P_4$		6	46	100	89	38	9	1		289	20.96	2.2	4.75
$P_1 \times P_3$	1		11	24	85	67	50	8		246	23.15	2.4	5.59
$P_1 \times P_4$				32	119	88		3	1	266	22.71	1.8	3.30

(四) 親本及雜交後代 F_2 穗重之變異：

穗重受一穗粒數、粒重及穗長之影響很大，穗重型品種之選拔一向爲稻育種目標之一，由本試驗結果顯示，親本之平均一穗重量較高者，爲嘉農秈 11 號（P_1）及臺農 67 號（P_4），其雜交組合之平均一穗重量亦較重，如 $P_1 \times P_2$、$P_3 \times P_4$、$P_1 \times P_3$ 及 $P_1 \times P_4$ 等均在 2.22～2.49 克之間；親本之平均一穗重量較輕者，其雜交組合也較輕。

表4. 諸親本及各 F_2 集團穗重之頻度分佈及變異：

Table 4. The means, variances and frequency distributions for panicle weight per hill of parents and F_2 populations

Parents and crosses	Panicle weight (gr) "upper limits of class"									Total	$\bar{X}$	S	S^2
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5				
P_1			9	24	4	2				39	2.49	0.4	0.14
P_2	7	24	6			1				38	1.54	0.4	0.19
P_3	4	8	20	4	1	3				40	1.99	1.1	2.28
P_4	1	3	13	16	2	1	1			37	2.30	0.5	0.30
$P_1 \times P_2$	9	43	121	77	24	12	4	2		292	2.22	0.6	0.36
$P_3 \times P_4$	4	52	97	73	35	17	6	2	1	287	2.30	0.7	0.45
$P_2 \times P_3$	24	80	93	53	7	4	2	1		264	1.93	0.6	0.33
$P_2 \times P_4$	51	99	87	38	12	2				289	1.77	0.5	0.30
$P_1 \times P_3$	6	34	62	81	39	19	1	3	1	246	2.40	0.7	0.45
$P_1 \times P_4$	2	36	63	88	47	23	5	1	1	266	2.45	0.6	0.42

（五）親本及雜交後代 F_2 一穗粒數之變異：

一穗粒數爲重要產量構成要素，如何提高一穗粒數爲稻育種目標之一，嘉農秈 11 號（P_1）及臺農 67 號（P_4）之平均一穗粒數多（153.6 粒）而臺中在來 1 號（P_2）及臺南 5 號（P_3）之平均一穗粒數較少，各爲 133 粒及 146 粒，其中臺南 5 號之一穗粒數變異較大，介於 70 粒～250 粒之間，各雜交組合之變異亦介於此間（表 5），唯各組合多數單株之一穗粒數多低於各該集團之集團平均。據盧、孔[13]之研究，宣稱每穗粒數的選拔效果很低，至 F_4 選拔始呈效果。而 Wu[21] 之研究，則指出每穗粒數至少被四羣因子所控制，同時隱性因子總數較顯性因子總數大二倍左右。並且每穗粒數之遺傳現象較株高或穗長複雜，而每穗粒數對生長環境之反應亦較不穩定，因此，就本試驗此種多數個體之每穗粒數多低於各該集團平均之事實，似表示在本試驗材料集團中很難選拔出穗數多之後裔。

表5．諸親本及各 F_2 集團平均一穗粒數之頻度分佈及變異：

Table 5. The means, variances and frequency distributions for spikelet number per panicle of parents and F_2 populations

Parents and crosses	Spikelet number per panicle "upper limits of class"									Total	$\bar{X}$	S	S^2
	70	90	110	130	150	170	190	220	250				
P_1			2	7	17	8	5			39	153.59	21.0	439.41
P_2		2	11	14	5	3	2	1		38	133.42	28.1	790.68
P_3	3		8	10	10	1	3	1	4	40	146.25	46.8	2,193.27
P_4		3	1	7	14	7	2	1	2	37	153.51	35.6	1,267.87
$P_1 \times P_2$	1	5	31	77	70	43	29	25	11	292	155.86	36.7	1,343.25
$P_3 \times P_4$		19	48	67	62	42	19	17	13	287	148.92	38.9	1,511.07
$P_2 \times P_3$	5	20	56	75	60	28	12	3	5	264	136.40	32.0	1,026.17
$P_2 \times P_4$	8	24	33	50	60	57	31	13	13	289	150.66	40.7	1,654.08
$P_1 \times P_3$	5	13	36	61	67	29	19	12	4	246	144.88	34.7	1,204.68
$P_1 \times P_4$	4	16	31	61	62	37	29	19	7	266	150.71	37.9	1,439.11

（六）親本及雜交後代 F_2 千粒重之變異：

由表 6 知，親本及雜交組合間之平均千粒重相差不大，在 20.36～23.62 克之間，同型品種或異型品種之雜交組合，其千粒重均有相同的表現，由頻度分佈可看出，雜交後代中，千粒重有偏高之趨勢，此與曾[8]之研究結果，謂支配千粒重之顯性遺傳因子數較隱性因子數爲多，相類似。

（七）親本及雜交後代 F_2 結實率之變異：

秈稉稻雜交後代，由於血緣較遠之關係，結實率減低成爲育種家們極爲困擾的問題。本研究中所用品種均來自栽培稻，其純度已很高，因此，雜交組合後代結實率之變異頗大，介於 20～100% 間，其中以 $P_2 \times P_4$ 之平均結實率最低爲 45.5%，$P_1 \times P_4$ 最高爲 77.1%。由於種植期間遭受褐飛蝨蟲害之影響，以致親本品種（如臺中在來 1 號及臺農 67 號）及同型品種之雜交後代（如 $P_3 \times P_4$），其結實率均降低。嘉農秈 11 號比較抗蟲，所以凡是與此品種雜交之組合後代呈現較高之結實率，如 $P_1 \times P_3$ 及 $P_1 \times P_4$。

盧、孔[13] 報導，謀求秈稉稻雜交後代結實率之恢復，由 F_2 代起繼續行個體選拔，結實率會由低漸次增高，並且雜種後裔低稔性，似非僅由遺傳因子控制。

表6. 諸親本及各 F_2 集團粒重之頻度分佈及變異

Table 6. The means, variances and frequency distributions for 1000-grain-weight of parents and F_2 populations.

Parents and crosses	1000-grain-weight (g) "upper limits of class"									Total	$\bar{X}$	S	S^2
	14	16	18	20	22	24	26	28	30				
P_1			6	20	13					39	20.36	1.4	1.87
P_2			1	20	15	2				38	20.92	1.3	1.67
P_3			3	12	11	2	12			40	22.40	2.7	7.43
P_4			2	1	7	27	2			37	23.62	1.1	1.30
$P_1 \times P_2$		1	25	95	117	40	7	5	2	292	21.51	2.1	4.56
$P_3 \times P_4$		3	7	31	100	114	29	2	1	287	22.89	2.0	4.10
$P_2 \times P_3$			11	61	83	75	25	9		264	22.52	2.3	5.22
$P_2 \times P_4$	12	16	33	60	85	60	14	6	3	289	21.28	3.1	9.84
$P_1 \times P_3$	1	1	22	42	74	68	28	6	3	246	22.41	3.0	8.94
$P_1 \times P_4$	9	14	40	64	77	32	20	5	5	266	21.14	3.2	10.28

表 7. 諸親本及各 F_2 集團結實率之頻度分佈及變異

Table 7. The means, variances and frequency distributions for seed-setting percentage parents and F_2 populations

Parents and crosses	Seed-setting percentage "upper limits of class"									Total	$\bar{X}$	S	S^2
	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
P_1				1	7	8	12	8	3	39	77.2	12.8	162.88
P_2		4	19	12	2			1		38	44.5	10.6	111.87
P_3	1	3	8	5	6	6	5	6		40	60.0	20.3	410.25
P_4		2	3	18	10	2		2		37	54.1	12.4	152.55
$P_1 \times P_2$		1	2	9	52	95	79	43	11	292	74.0	12.1	145.81
$P_3 \times P_4$	17	7	36	52	82	63	22	5	3	287	57.2	16.2	263.37
$P_2 \times P_3$	5	25	54	61	66	29	14	8	2	264	53.4	15.8	249.04
$P_2 \times P_4$	17	47	89	71	44	13	4	2	2	289	45.5	14.2	202.03
$P_1 \times P_3$		2	7	31	45	61	45	33	22	246	71.7	16.1	258.02
$P_1 \times P_4$	1	1	8	12	31	47	82	57	27	266	77.1	15.2	230.45

二、秈粳稻雜交後代 F_2 各種數量性狀之遺傳率

所謂遺傳率者，其主要目的即對遺傳、環境二者的相對重要性作一種量的描述，以作為選種的參考，如某性狀之遺傳率較高，表示受環境之影響較小，反之，則表示環境對該性狀表現之影響相當大，表 8 中之株高、穗長、穗重及千粒重等性狀之遺傳率較高，各為64.6～96%，53.8～94.1%，14.4～99.9%，33.6～99.7%，所受環境之影響較小，但穗數、平均一穗粒數及結實率等性狀因受環境之影響可能較大，遺傳率也較低，各為 36.7～51.3%，30.2～58.9%，0.5～36.2%。

表8. 各組合七個性狀之遺傳率（%）

Table 8. Heritability estimates for seven agronomic characters in various crosses.

Combination	Plant height	Panicle number	Panicle length	Panicle weight	Spikelet number per panicle	1000-grain-weight	See d-setting percentage
$P_1 \times P_2$	64.6	36.7	70.5	54.7	30.2	83.3	35.7
$P_3 \times P_4$	96.1	− 73.7	94.1	99.5	40.2	99.7	18.9
$P_2 \times P_3$	85.6	− 0.5	79.2	14.4	− 99.0	33.6	0.5
$P_2 \times P_4$	85.2	− 37.7	73.2	99.9	58.9	73.1	29.7
$P_1 \times P_3$	89.8	60.2	82.4	57.9	− 23.1	69.0	5.0
$P_1 \times P_4$	89.9	51.3	53.8	89.0	34.2	73.4	36.2

三、各種數量性狀之外表型遺傳型及環境之相關關係

相關係數之分析，係研究各種性狀間之相互關係。雜種分離世代各性狀之外表型相關為遺傳相關及環境相關之綜合表現。而因遺傳型及環境相關係數並無現成妥善之測定方法，故仿表現型相關係數之顯著性測定水準加以顯著性測定，併列表 9 中，由表 9 可知，各雜交組合之環境相關，除穗重與每穗粒數、結實率有顯著之正相關關係外，其他各性狀間之相關皆不顯著，因此，外表型與遺傳型相關關係在組合間及各性狀間大致相等，與穗長、穗重、一穗粒數、千粒重及結實率等均有顯著之正相關，表示株高高者，各產量有關性狀也較優良。穗數與一穗粒數呈顯著之負相關，表示穗數少則一穗粒數較多，反之穗數多者，一穗粒數減少，可能與光合產物之分佈與轉運有關 [12]。穗重與一穗粒數、結實率、千粒重間亦有顯著之正相關，穗較重者，一穗粒數亦較多，結實率與千粒重也較高。一穗粒數與千粒重、結實率間之相關則不顯著，此與過去研究結果相似 [5]。

結實率在嘉農秈 11 號與臺南 5 號及臺農 67 號兩個雜交組合中呈顯著之正相關，但在其他組合中呈顯著之負相關，可能是親本穀粒大小及抗蟲性所造成之結果，因嘉農秈 11 號較抗褐飛蝨，而臺南 5 號及臺農 67 號之種子較大，所以凡是具有此兩種特性之後代，千粒重與結實率均有升高之趨勢，因為本研究中，秈粳稻雜交不受結實率之影響（表 7），所以此三個親本為秈粳稻育種之優良品種。

表9. 各組合各數量性狀間之各種相關關係

Table 9. Phenotypic, genotypic and environmental correlation coefficients among various characters in F_2 populations of six crosses.

Characters correlated	$P_1 \times P_2$			$P_3 \times P_4$			$P_2 \times P_3$			$P_2 \times P_4$			$P_1 \times P_3$			$P_1 \times P_4$		
	r_P	r_G	r_E	r_P	r_G	r_E	r_P	r_G	r_E	r_P	r_G	r_E	r_P	r_G	r_E	r_P	r_G	r_E
Plant height vs.																		
Panicle number	—	N**	—	N**	N**	P**	—	—	—	—	—	—	P*	—	—	P*	P**	—
Panicle length	P**	P**	—	P**	P**	—	P**	P**	—	P**	P**	—	P**	P**	—	P**	P**	—
Panicle weight	P**	P**	—	N**	N**	—	P**	—	—	—	—	—	P**	P**	—	P*	—	P**
Spikelet number per panicle	P**	P**	—	P**	—	—	P**	—	—	P**	P**	—	P**	—	—	P**	P**	—
1000-grain-weight	—	P**	—	N**	N**	—	P**	P**	—	P**	P**	—	P**	P**	—	P*	P*	—
Seed-setting percentage	P**	P**	—	P**	—	—	P**	—	—	P**	P**	—	—	P**	—	P**	P**	—
Panicle number vs.																		
Panicle length	—	P*	—	N**	N**	—	—	—	—	—	—	—	P**	P**	—	—	P**	—
Panicle weight	N**	N**	—	P**	P**	—	N**	—	—	—	—	—	N**	N**	—	—	—	—
Spikelet number per panicle	N**	N**	—	N**	—	N**	N**	—	—	N**	—	N**	N**	—	N*	N**	P**	N**
1000-grain-weight	—	N**	—	P**	P**	—	—	—	—	—	—	—	P*	P**	—	—	—	—
Seed-setting percentage	—	P**	—	N**	—	—	—	—	—	P*	—	—	P*	P**	—	—	—	—
Panicle length vs.																		
Panicle weight	P**	P**	—	N**	N**	—	P**	P**	—	—	—	—	P**	P**	—	—	—	—
Spikele tnumber per panicle	P**	P**	—	P**	—	—	P**	—	—	P**	P**	—	P*	—	—	P**	—	—
1000-grain-weight	—	—	—	N**	N**	—	—	—	—	P**	P**	—	—	—	—	P*	P**	—
Seed-setting percentage	P**	P**	—	P**	—	—	—	N**	—	—	—	—	—	N**	—	P**	—	—
Panicle weight vs.																		
Spikelet number per panicle	P**	P**	P**	—	—	P**	P**	—	P**	—	—	P*	P**	—	P**	P**	P**	P**
1000-grain-weight	P**	P**	—	P**	P**	—	P**	P**	—	—	—	P*	P**	P**	—	P**	P**	—
Seed-setting percentage	P**	—	P**	N**	—	—	P**	—	P**	—	—	P*	P**	—	—	P**	P**	—
Spikelet number per panicle																		
1000-grain-weight	—	N**	—	N**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Seed-setting perctaenge	—	N**	—	P**	—	—	—	—	—	—	P**	—	—	—	—	—	—	—
1000-grain-weight																		
Seed-setting percentage	N*	N**	—	N**	—	N**	—	—	N**	—	N**	—	P*	—	N**	—	P**	—

P** : Positive correlation, significant at 1% level.
P* : Positive correlation, significant at 5% level.
— : Correlation not significant.
N** : Negative correlation, significant at 1% level.
N* : Negative correlation, significant at 5% level.

引用文獻

1. 王茂康・1965・水稻數量性狀遺傳之研究不同型間之雜交。農業研究　14（4）：11-18。
2. 邱再發、連深、徐水泉・1961・臺灣水稻之養分吸收之研究 第2報 日本型及印度型水稻之養分吸收與溫度之關係。農業研究 10（1）：7-20。
3. 邱善美・1978・期作與秈稉二型水稻品種之生育相及其產量組成份之研究。中華農業研究　27(2)：180-192。
4. 林安秋、陳建山・1977・第二期稻作低產原因之研究　3. 不同溫度持續對水稻之分蘖及光合作用能力之影響。中華農學會報 新 98：55-60。
5. 郭益全、張德梅、謝順景・1978・水稻蛋白質產量之路徑係數分析高蛋白水稻之育種研究之第三報。中華民國農學團體67年度聯合年會特刊：94-104。
6. 許東暉、鄧耀宗・1979・秈稻白葉枯病抗病育種及遺傳之研究　Ⅲ.抗白葉枯病與耐寒性相關性之研究。中華農業研究 28（1）：1－6。
7. 鄔宏潘等・1975・第二期稻作低產原因之探討。科學發展月刊　3（10）：5-40。
8. 曾美倉・1977・水稻粒重、粒型及其他數量性狀之全互交分析。國立臺灣大學農學院研究報告 17（2）：78-90。
9. 賴光隆、侯清利・1974・關於稻根生理、生態之研究　一、異型間稻根呼吸特性的比較與應用。國立臺灣大學農學院研究報告 15（2）：13-27。
10. 鄭清煥・1976・新育成抵抗褐飛蝨水稻品種（系）室內抗蟲反應及其田間表現。中華農業研究 26（4）：259-267。
11. 謝順景・1957・水稻雜種不稔性之研究 第一報 印度型與日本型稻雜種不稔性之細胞遺傳之觀察 。農業研究 7（3）：51-61。
12. 謝順景・1978・臺灣一、二期作稻產量構成要素及其他性狀表現之差異 。載於臺灣二期作稻低產原因及其解決方法之研討會專集：49-59。行政院國家科學委員會專刊 第4號。
13. 盧守耕、孔德諟・1963・稉秈稻雜種後代稔實率及若干農藝性狀個體選拔效果之研究。 中華農學會報　新42：1-12。
14. 簡錦忠・1974・稻熱病病原菌生理型之研究。農業研究 23（1）：16-37。
15. 簡錦忠・1977・稻小粒菌核病之研究　Ⅰ.稻小粒菌核病之浸染與稻齡及品種之關係及其有效防治藥劑之研究。中華農業研究 62（1）：57-63
16. Juliano, B. O. 1972. Physichemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. In Rice Breeding. pp. 389-405. IRRI.
17. Kato, S., H. Kosaka, and S. Hara. 1928. On the affinity of rice varieties as shown by the fertility of hybrid plants. Bull. Sci. Fac. Agri., Kyushu Imp. Univ. 3：132-147.
18. Kato, S., H. Kosaka, S. Hara, Y. Mauryama, and Y. Takigushi. 1930. On the affinity of the cultivated varieties of rice plants. *Oryza sativa* L. J. Dep. Agr., Kyushu Imp. Univ. 2：241-276.
19. Ting, Y. 1949. Origination of the rice cultivation in China. Agron. B. Sunyatsen Univ. Ser. III 7：1-18.
20. Wu, H. P. 1968a. Studies on the quantitative inheritance of *O. sativa* L. I. A diallel analysis of heading time and plant height in F_1 progeny. Bot. Bull. Acad. Sinica 9：1-9.
21. Wu, H. P. 1968b. Studies on the quantitative inheritance of *O. sativa* L. II. A diallel analysis for panicle number, tiller number, panicle length, spikelet number and number of primary branch in F_1 progeny. Bot. Bull. Acad. Sinica 9：124-138.

Studies on the quantitative inheritance of rice (*Oryza sativa* L.)

III. Genetical studies on quantitative characters in the crosses between *Indica* and *Japonica* rices.

Te-Mei Chang, Yih-Chuan Kuo and Sung-Ching Hsien

Summary

Two *indica* rices (P_1 : Chianung Sen 11 ; P_2 : Taichung Native 1), two *japonica* rices (P_3 : Tainan 5 ; P_4 : Tainung 67) and the F_2 populations from crosses of these four varieties were used in this experiment. The purpose was to understand the genetic behavior of several quantitative characters in the crosses between *indica* and *japonica* rices in order to provide informations needed in rice breeding.

Plant height, panicle numer per hill, panicle length, spikelet number per panicle and 1000-grain-weight showed little variation in the F_2 populations from crosses between *indica* and *japonica* rices. These characters also showed continuous patterns in distribution frequencies and ranged mostly between parents due mainly to their quantitatively-inherited nature.

Phenotypic and genetic correlations were roughly equal while environmental correlations were nonsignificant for the many characters studied. Positive correlations were found among plant height, panicle length, panicle weight, spikelet number per panicle and 1000-grain-weight. Significant negative correlation was observed between panicle number and spikelet number per panicle and between percent seed-setting and 1000-grain-weight. However, F_2 plants from crosses beween Chianung Sen 11 and the two *japonica* rices showed positive correlations between grain weight and seed-setting percentage, presumably the result of insect (brown planthopper) -resistance and large storage capacities.

The high heritabilities of plant height, panicle length and 1000-grain-weight implied that selections could be executed in early (F_2) generations. On the other hand, the selection of panicle number, spikelet number per panicle and percent seed-setting were better performed in later generations because of their low heritabilities.

1. Contribution No. 1026 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Agronomists and Senjor Agronomist, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）31(1)：24～34（1982）

玉米早期刈割對子粒產量與品質之影響[1]

盧煌勝　鄭心嫻[2]

摘要：啃玉米雙交種 2 號及普通玉米臺南11號，分 9 個不同生育時期進行切除地上部處理試驗，以探討其對玉米產量及品質的影響。

(一) 13個性狀於各除葉處理下之變動情形，在啃玉米及普通玉米，大致相同。

(二) 4 葉期以前及 6 葉期以後進行刈割處理，均導致開花期、吐絲期延遲，穗位降低，果穗含水率增加，及最終產量低落。根據迴歸分析，一穗粒數，百粒重及果穗含水率為影響產量最重要的三個因素。4 葉期以前刈割，其減產原因為果穗含水率太高。6 葉期以後刈割，其減產原因為一穗粒數、百粒重減少，及果穗含水率太高。

(三) 5 葉期刈割，開花期、吐絲期不變，穗長、葉數、一穗粒數、百粒重稍增，果穗含水率微減，株高、穗位略高，產量約增加 16.89 %

(四) 蛋白質、離胺酸及油分含量並不受刈割處理的影響。

(五) 5 葉期刈割並不影響品質及成熟期，且可增加子實產量，其刈割的葉片亦可作為青飼料。若能配合以機械刈割，或可發展成為提高玉米利用率及產量之有效栽培改進方法。

近年來，本省畜牧事業蓬勃發展，飼料玉米的需要量，與日俱增。因此對於玉米的增產，除品種改良外，尚需尋求其他途徑。最近，學者研究認為玉米早期刈割，可以改變玉米發育過程中之營養生長與生殖生長期間競爭能力，而增加產量（Hicks 1976）。不過各學者由於使用材料、栽培環境、刈割時期及方法的不同，研究的結果並不一致。

本所於民國 68 年春作，選用兩個玉米品種，分成 9 個不同生長時期，進行早期刈割試驗。根據過去的研究，凡刈割過遲，對產量沒有增加的效果。因此；本試驗的 9 個刈割時期以幼苗出土至雄穗抽出前為主。希望藉此確定在本省栽培環境下之刈割適期，以改進玉米栽培方法，提高單位面積產量。

關於玉米切除葉片的研究，可分為兩類：一為幼小時齊地切除，使心葉再生；一為在不同時期剝除葉片。兩者的目的同在探討切除葉片對玉米子粒產量的影響及有效調節玉米開花期以利雜交。

最早研究此一問題者為 Dungan（1951），其目的在切除地上部以調節花期，切除時植株高度分兩種，一為 27～32 吋，另一為 18～20 吋，離地面切除之高度由 1 吋至 9 吋等七種，結果發現切除部位在生長點以下，或略高於生長點時，切除後植株無法復原，認為一般切除時之株高，雙交種應為 24 吋，切除應在生長點 3 吋以上；單交種為 16 吋；而自交系 12 吋時切除，均有延遲花粉散放與吐絲時期之效果，但產量則降低達 50 %。

其後 Cloninger 等（1974）以 28 個單交種，分別在 4 、6 、8 葉期，進行齊地面切除，以調節開花時期而利雜交以生產雙交種，結果28個單交種平均，分別在 4 、6 、8 葉切除時，開花期延

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1027 號。本研究之完成，承蒙萬所長指導、斧正，及劉淸研究員協助資料分析，謹此同申感謝。

2. 本所農藝系助理研究員、助理。臺灣省臺中縣霧峰鄉。

遲 5.5、 7.6及6.7 天，50 %吐絲期則各延遲 5.5、7.7 與 7.1 天。缺株則各別爲 18 ，44 與 25 %，產量亦各降低 11，38 與 46 %，故以4葉期切除所受影響較小而有效。

Hicks (1976) 在研究摹仿玉米受冰雹之害所受的影響時，首先發現玉米幼小時切除再生有增加產量之效果。在供試 12 個早熟什交玉米品種中，有七個增加產量，4 個不受影響，僅有一個減產。其後氏等 (1977) 詳細報告 1974—1975 兩年的研究結果，使用早熟晚熟什交品種各一個，以各種不同的切除時期研究對玉米產量的影響，發現在5葉期切除全部葉片，早熟品種平均增產 48 %，而晚熟品種則減產7 %，其他各時期切除葉片者產量均減低，切除愈遲者，減產愈多，較爲晚期不全株切除而僅剝去葉片者，則 100 %去葉亦較 50 %去葉者減產爲多。

Crookston 與 Hicks (1978) 再度報告三年的試驗結果，除上述的結果外，復以十一個早熟品種加以試驗，結果產量由減產 14 %至增產 37 %，而 1976 年在不同地點以不同什交種試驗結果，則有最高增產達 53 %者，亦有最低減產達 32 %者，所以品種，環境與切除時期三者有相互關係，認爲玉米早期生長的改變或葉部功能的抑制有促進增產之可能。有效的生長調節，可能在生殖生長初期改變碳水化合物之生成與積貯關係。

Johnson 氏 (1978) 根據 Hicks 氏等早期的報告，在伊利諾州進行5葉期切除試驗，結果不論早熟或晚熟品種均減產達 10～13 %，植株變矮，葉數減少，開花與吐絲期延遲，果穗變小。

本省許與葉 (1978a) 就玉米青刈爲目的，以臺南11號、南選 10號及馬齒種三品種，在9葉期刈割，發現吐絲期與抽穗期延遲3～7天左右，葉數減少，株高、千粒重、穗位均顯著降低，子粒產量減少 36～42 %。許福星等 (1978b) 在不同密度下，進行刈割試驗，所獲結果其趨勢相同。

材料與方法

一、供試品種：本所育成之雙交種暗玉米 D. C. No. 2 ($(6\times4^1)(2^1\times1)$) 及普通玉米臺南 11號 (TN11) 。

二、刈割處理：

(一) 刈割時期：計分9個時期進行，各時期之處理代號及日期如下：

處理代號	處理日期	處理時植株之發育階段
D_0	完全不刈割	
D_1	4月1日	第4片葉子隱約可見
D_2	4月4日	第2片葉子已成弧形水平下垂
D_3	4月7日	第3片葉子已成弧形水平下垂
D_4	4月10日	第4片葉子已成弧形水平下垂
D_5	4月14日	第5片葉子已成弧形水平下垂
D_6	4月17日	第6片葉子已成弧形水平下垂
D_7	4月20日	第7片葉子已成弧形水平下垂
D_8	4月23日	第8片葉子已成弧形水平下垂

自 D_1, D_2………D_8 分別稱爲1葉期、2葉………8葉期等。

(二) 刈割方法：以鋒利刀片自第2片葉子之葉環 (collar) 下方，連葉鞘部分一併平行切斷，再移去第1片葉子。

三、田間試驗設計：採用裂區設計，品種爲主區，處理爲副區， 3 重複，5行區，行長 9m ，行株距 60×30cm ，肥料用量與田間管理與一般玉米栽培法相同。

四、種植時期： 68 年 3 月 21 日播種。

五、性狀調查：植株發育各階段，分別調查雄穗開花期、雌穗吐絲期，成熟前並測定株高、穗高、一株葉數。成熟收穫後，以中間一行計算產量並調查穗長、果穗含水率、一穗粒數、百粒重及產量

。產量係以 15.5 %含水率之乾果穗重量計算之。

六、成分分析：品質分析之樣品，於雌穗吐絲前即予套袋，分別自花授粉兩次。種子成熟後，分析其蛋白質、離胺酸及油分含量。蛋白質含量測定採用 Kjeldahl 及改良 DBC 法（鄭1977）。離胺酸含量則採用離子交換法及改良 DBC 法測定。油分以 A. O. A. C. 中測粗脂肪法測定之。

試 驗 結 果

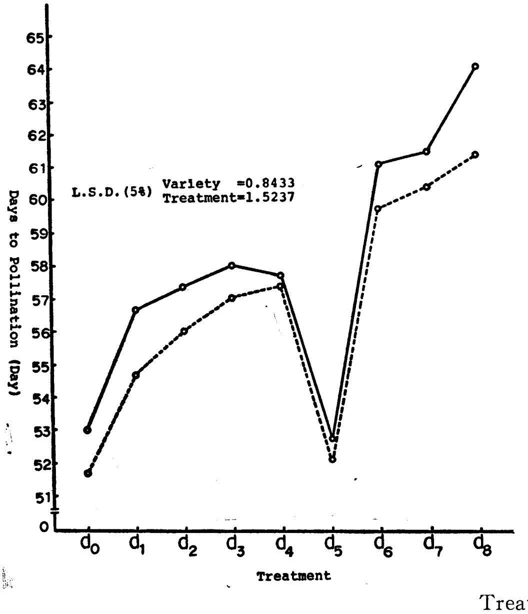
一、玉米刈割處理對開花與吐絲期的影響

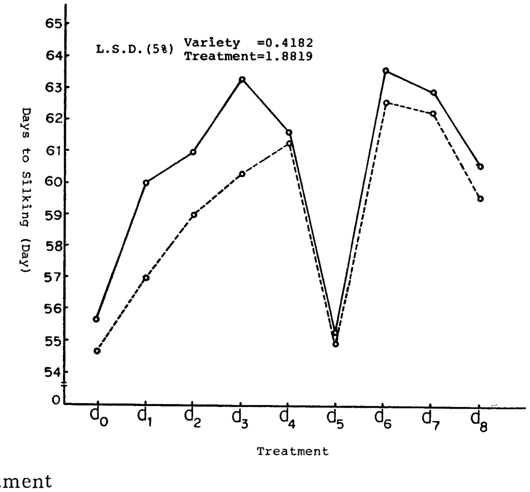
試驗結果，各刈割處理之開花期、吐絲期之平均值列如表 1。兩品種於各處理下，開花期與吐絲期之變動情形則示於圖 1。

表1. 玉米幼苗刈割處理之開花期，吐絲期與植株農藝性狀之平均值

Table 1. Mean values of days to pollination, days to silking and plant characters of corn clipping at different stages.

性狀 Character	D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	平均 Mean
開花期 Days to Pollination	52.3	55.7	56.7	57.5	57.5	52.3	60.3	60.8	62.7	57.3
吐絲期 Days to Silking	55.2	58.5	60.0	61.8	61.5	55.2	63.2	62.7	60.2	59.8
一株葉數 Leaf No. /Plant	11.8	11.0	11.0	11.2	10.7	12.7	9.7	10.0	9.6	10.8
株高 Plant Height (cm)	215.5	204.7	207.8	213.7	203.0	220.0	191.8	178.5	174.7	201.1
穗位高 Ear Height (cm)	106.2	93.8	94.0	96.5	83.2	109.5	57.5	54.8	32.8	80.9





Treatment

圖1. 玉米幼苗在不同時期刈割對開花期，吐絲期的影響

Fig. 1. The effect of clipping young plant at different stages on days to pollination & days to silking of corn.

o———o Opaque-2　　o…………o Normal

（一）開花期：除 5 葉期刈割 (D_5) 與不刈割 (D_0) 之開花期相近，約在播種後 52 日外，其餘各刈割處理均延遲開花，愈遲刈割，其延緩開花的日數愈長，8 葉期刈割之開花日數較不刈割者延遲超過 10 天。各處理間互相比較，則 (D_7, D_6), (D_3, D_4, D_2), (D_2, D_1), (D_0, D_5) 間，均無顯著差異（括弧內各處理無顯著差異）。D. C. No. 2 比臺南 11 號開花稍遲。

（二）吐絲期：除 5 葉期刈割與不刈割之吐絲期相似，均在55日左右，其餘各處理延遲 3 — 8 天

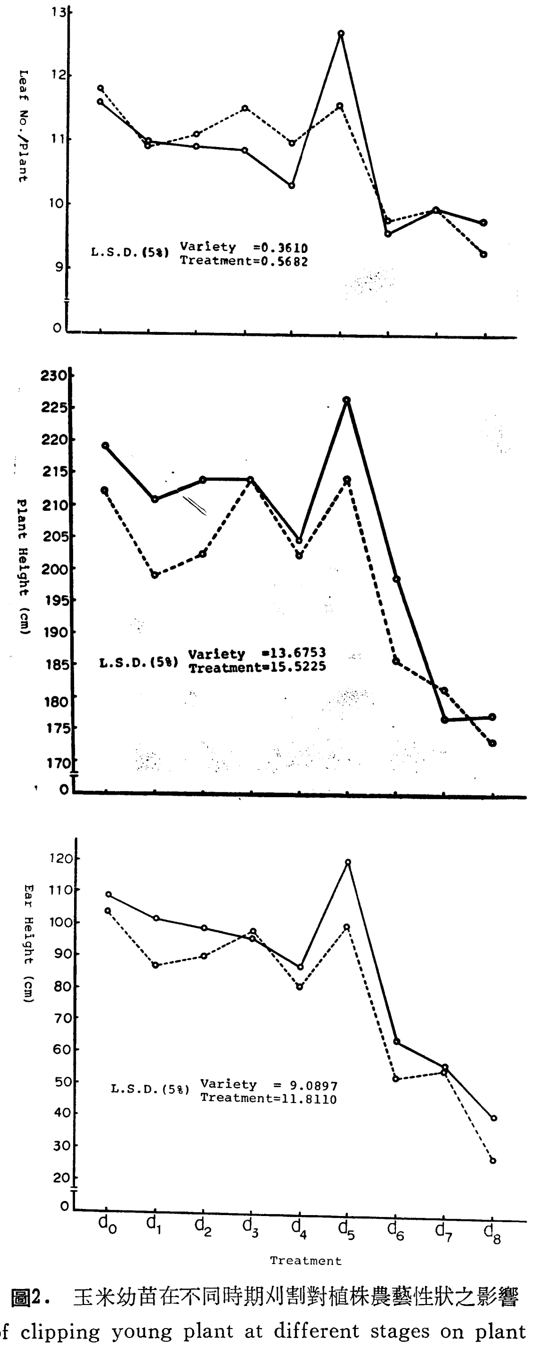


圖2. 玉米幼苗在不同時期刈割對植株農藝性狀之影響

Fig. 2. The effect of clipping young plant at different stages on plant characters of corn.

○———○ Opaque-2　　○…………○ Normal

不等，而刈割愈遲，延遲吐絲日數愈長。各處理間比較，則 (D_6, D_7, D_3, D_4), (D_3, D_4, D_8, D_2), (D_8, D_2, D_1), (D_0, D_5) 間均無顯著差異。D. C. No. 2 比臺南11號較遲吐絲。

二、玉米刈割處理對植株農藝性狀之影響

各刈割處理之一株葉數、株高、穗位高之平均值列於表1。兩品種於各處理下，此三種農藝性狀之變異情形繪如圖2。

(一) 一株葉數：由1—4葉期刈割，一株葉數平均在11葉左右，雖較不刈割略少，但差異並不顯著。5葉期刈割之葉數平均爲 12.7 葉，較不刈割顯著增加，而6葉期以後刈割則一株葉數顯著減少，平均僅在10葉左右。各處理間 (D_0, D_3), (D_3, D_2, D_1, D_4), (D_7, D_6, D_8) 無顯著差異。

(二) 株高：5葉期刈割之株高 220 cm 較不刈割之 215.5 cm 略微增加外，自1葉期及4葉期刈割之株高改變不大。6葉期以後各處理之株高顯著減低，8葉期刈割僅有 174.7 cm。各處理間比較，(D_5, D_0, D_3, D_2, D_1), (D_0, D_3, D_2, D_1, D_4), (D_1, D_4, D_6), (D_6, D_7), (D_7, D_8) 間無顯著差異。

(三) 穗位高：各處理之穗位高，除5葉期刈割之 109.5 cm 與不刈割之 106.2 cm 約略相近外，其餘1葉期至4葉期各處理在 83—96 cm 之間，均較不刈割降低。6葉期、7葉期刈割之穗位高度僅有 55—57.5 cm，爲不刈割之半，8葉期刈割僅有 32.8 cm 則不及不刈割之三分之一。各處理於 (D_5, D_0), (D_0, D_3), (D_3, D_2, D_1), (D_2, D_1, D_4), (D_6, D_7) 無顯著差異。

三、玉米刈割處理對產量及產量構成因素之影響

各刈割處理之產量、穗長、一穗粒數、百粒重及果穗含水率之平均值列如表2。兩品種於各處理下，此五種性狀之變動情形則如圖3所示。

表2. 玉米幼苗刈割處理之產量與產量構成因素之平均值

Table 2. Mean values of yield & yield com ponents of corn clipping at different stages.

性狀 Character	D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	平均 Mean
產量 Grain Yield(kg/30plants)	3.91	2.83	3.64	3.61	3.08	4.57	1.76	1.20	0.99	2.84
穗長 Ear Length (cm)	15.7	14.6	15.3	15.7	15.3	16.5	13.1	13.1	12.9	14.7
一穗粒數 Kernel No. /Ear	450.7	387.8	435.2	407.0	387.4	481.8	276.4	265.5	193.4	365.0
百粒重 Weight/100-kernel (g)	24.8	22.6	23.5	23.4	21.2	26.7	21.2	20.7	17.9	22.5
果穗含水率 Ear Moisture Content (%)	31.3	35.7	35.2	37.5	35.9	30.1	41.7	43.9	52.8	38.2

(一) 產量：5葉期刈割之平均產量爲 4.57 kg，較不刈割之 3.91kg 約增加 16.89 %。其餘各處理，1葉期、4葉期、6葉期、7葉期、8葉期刈割之產量較不刈割顯著減少。處理間比較，(D_5, D_0), (D_0, D_2, D_3), (D_2, D_3, D_4), (D_3, D_4, D_1), (D_6, D_7, D_8) 間無顯著差異。

(二) 穗長：刈割對穗長的影響，則自1葉期至4葉期刈割，其穗長與不刈割相似均在 15 cm 左右，而5葉期刈割則達 16.5 cm，略較 1—4 葉期刈割爲長。但6葉期後刈割則穗長顯著減短，僅存 13 cm 左右。各處理間 (D_5, D_0, D_3, D_2, D_4), (D_0, D_3, D_2, D_4, D_1), (D_1, D_7, D_6, D_8) 無顯著差異。

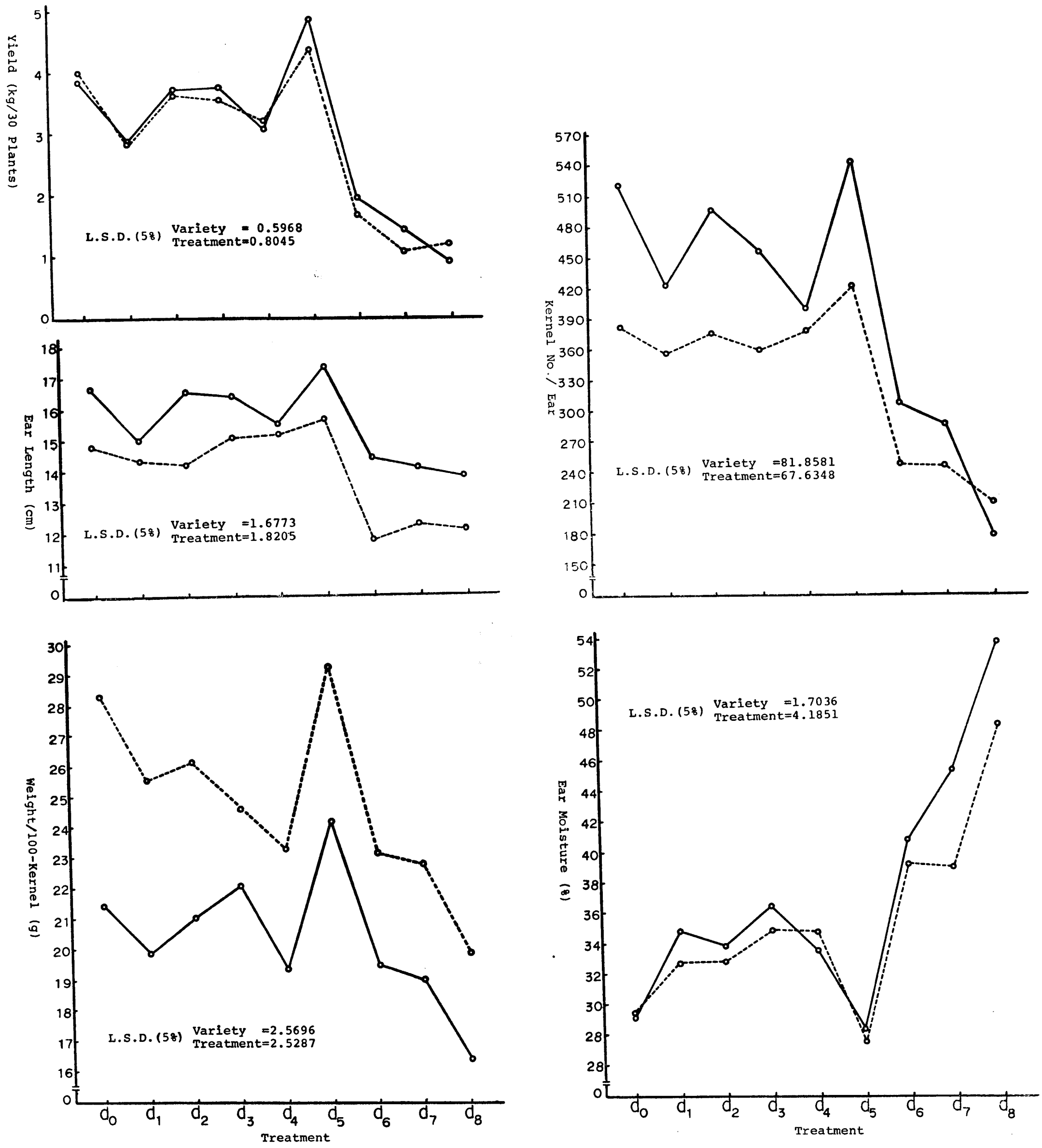


圖3. 玉米幼苗在不同時期刈割對產量及產量構成因素之影響

Fig. 3. The effect of clipping young plant at different stages on yield & yield components of corn.

o ———— o Opaque-2　　o ………… o Normal

(三) 一穗粒數：一穗粒數與一株葉數有相同的趨勢，除5葉期刈割特多，每穗粒數達 482 粒，4 葉期前各處理之一穗粒數均有減少，由 381 粒至 435 粒不等。6葉期以後則急驟下降，至 D_8 減至每穗 200 粒左右。各處理間 (D_5, D_0, D_2), (D_0, D_2, D_3, D_1, D_4), (D_0, D_7) 無顯著差異。

(四) 百粒重：百粒重除5葉期刈割特高爲 26.7 公克外，1葉期至3葉期刈割雖粒重減低，但與不刈割比較，仍無顯著差異，但4、6、7、8葉期刈割處理與不刈割比較，百粒重均顯著下降。其中 (D_5, D_0), (D_0, D_2, D_3, D_1), (D_2, D_3, D_1, D_4, D_6), (D_6, D_7) 無顯著差異。臺南11號之百粒重遠較 D. C. No. 2 爲高，二品種於各處理均有顯著差異。

(五) 果穗含水率：5葉期刈割之果穗含水率 30.1 %，較不刈割之 31.3 %略減，1—4葉期各處理之含水率由 35—37 %均較不刈割顯著增加，而在6—8葉期刈割之含水率由 42—52 %，增加幅度尤爲顯著。其中 (D_7, D_6), (D_3, D_4, D_1, D_2), (D_2, D_1), (D_0, D_5) 無顯著差異。二品種間比較，則暗玉米 D. C. No. 2 之含水率，在各處理均有較高的趨勢。

四、玉米刈割處理對品質之影響

各刈割處理之蛋白質、離胺酸及油分含量之平均值列於表3。兩品種於各處理下，此三種性狀之變異情形則示如圖4。

表3. 玉米幼苗刈割處理之蛋白質、離胺酸與油分含量之平均值

Table 3. Mean values of protein, lysine & oil contents of corn clipping at different stages.

性狀 Character	D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	平均 Mean
蛋白質 Protein (%)	10.64	10.27	10.13	10.38	10.14	10.47	9.90	10.74	10.81	10.39
離胺酸 Lysine (g/100g protein)	3.08	2.91	2.84	2.75	2.88	2.72	2.67	3.06	2.97	2.88
油分 Oil (%)	5.49	5.85	5.21	5.35	5.19	5.91	5.15	6.00	4.82	5.44

(一) 蛋白質：蛋白質含量似乎不受除葉之影響，各處理間均無顯著差異。 D. C. No. 2 之蛋白質含量百分比遠高於臺南11號。

(二) 離胺酸：各刈割處理之變化甚小，處理間比較均無顯著差異。D. C. No. 2 之離胺酸含量高出臺南 11 號甚多。

(三) 油分：油分含量受刈割處理影響亦不大，其中4、6、8葉期刈割，稍有降低，各處理間比較，唯在 (D_7, D_4), (D_7, D_6), (D_7, D_8), (D_5, D_8), (D_1, D_8)，呈顯著差異。二品種間的變異趨勢相當一致。D. C. No. 2 之油分含量略高於臺南 11 號。

五、各農藝性狀與產量、蛋白質、離胺酸及油分含量間的關係

刈割對各農藝性狀、產量及品質成分之影響，均已分別分析，但產量及品質成分是由各種農藝性狀綜合的影響，因此對於那些農藝性狀之影響較大，乃進行複迴歸分析，以瞭解所有農藝性狀與產量、品質間的確實相互關係。設x(1)，x (2)，x (3)，x (4)，x (5)，x (6)，x (7)，x (8)，x (9)，x (10)，x (11)，x (12)，x (13)分別代表開花期、吐絲期、穗長、一株葉數、一穗粒數、百粒重、果穗含水率、穗位高、產量、蛋白質、離胺酸、油分之實測値。b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, b_8, b_9，依序分別爲上述前面9項性狀之淨迴歸係數。

(一) 產量之迴歸方程式

$$x(10)=0.01903-0.04825\,x(1)-0.06855\,x(2)+0.06250\,x(3)-0.14210\,x(4)+0.00587\,x(5)+0.07263\,x(6)-0.03787\,x(7)+0.00008\,x(8)+0.00388x(9)。$$

由產量之複迴歸及淨迴歸係數分析得知產量之複迴歸極顯著，又淨迴歸係數 b_5, b_6, b_7 均達顯著以上水準，表示一穗粒數，百粒重對產量有顯著正效應，而果穗含水率對產量則爲顯著負效應。

(二) 蛋白質之迴歸方程式：

$$x(11)=-0.00794-0.26570\,x(1)+0.09158\,x(2)+0.08710\,x(3)+0.02415\,x(4)-0.00418\,x$$

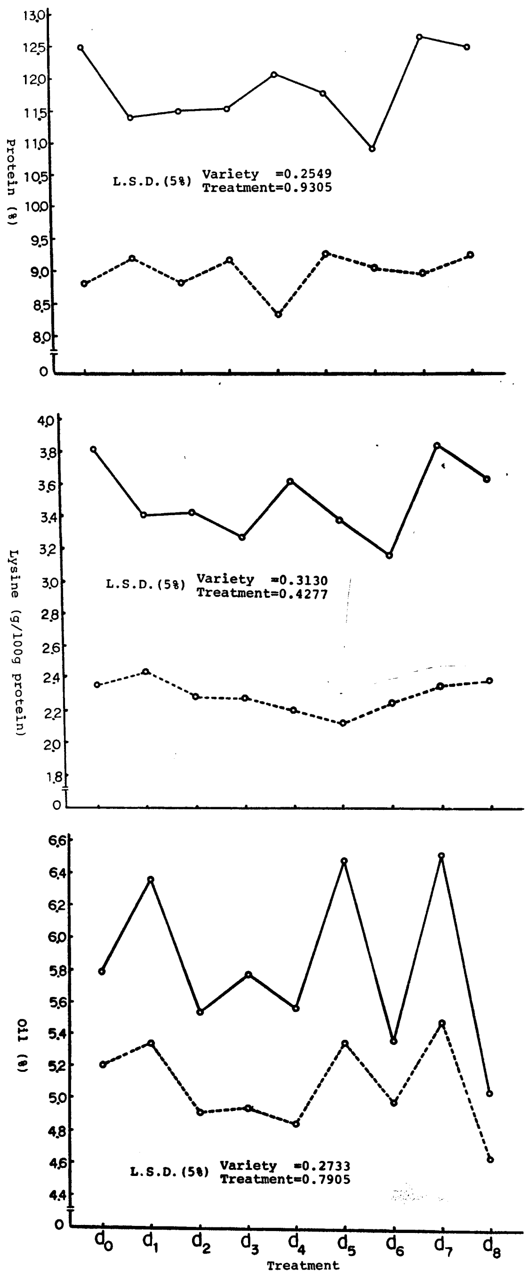


圖4. 玉米幼苗在不同時期刈割蛋白質，離胺酸及油分含量之影響

Fig. 4. The effect of clipping young plant at different stages on protein percentage, lysine & oil contents of corn.

o ———— o Opaque-2　　　o ············ o Normal

(5)-0.05950 x (6)$+0.05961$ x (7)-0.01698 x (8)-0.01425 x (9)。

蛋白質之複迴歸極顯著，淨迴歸係數 b_1 及 b_7 達顯著水準，可知開花期對蛋白質有顯著負效應，而果穗含水率對蛋白質含量有顯著正效應。

（三）離胺酸之迴歸方程式：

$x(12)=0.00293-0.03519x(1)+0.03626x(2)+0.01051x(3)+0.01581x(4)-0.00207x(5)-0.02089x(6)-0.00417x(7)+0.00268x(8)-0.00725x(9)$

離胺酸之複迴歸顯著，但無任何1個淨迴歸係數達顯著水準。可見所調查之9個農藝性狀，均與離胺酸含量無明顯之關係。

（四）油分之迴歸方程式：

$x(13)=-0.00504-0.05534x(1)-0.04209x(2)-0.07506x(3)-0.05771x(4)-0.00193x(5)+0.10548x(6)+0.01036x(7)+0.03490x(8)-0.02092x(9)$。

油分之複迴歸極顯著，淨迴歸係數 b_6, b_8, b_9 達顯著水準。故百粒重、穗位高對油分含量有顯著正效應，而株高對之則有顯著負效應。

討論與結論

玉米幼苗在不同時期施以地上部切除，除5葉期以外，其他不論早遲，均具有減少產量的影響。但5葉期刈割則又增產 16.89 %；可是對蛋白質、離胺酸、油分等品質則無影響，兩品種的趨勢一致。根據迴歸分析結果，一穗粒數，百粒重，與果穗含水率爲影響產量的三個主要因素，4葉期以前刈割，減產係由於果穗含水率提高所致，而6葉期以後刈割，其減產則由一穗粒數與百粒重減少與果穗含水率太高所致。而5葉期刈割增產則由於一穗粒數與百粒重增加，果穗含水率減少爲主要原因。5葉期刈割能增加玉米子粒產量的結果與 Hicks 等（1976、1977），與 Crookston 等（1978）的結果相符，但與 Johnson（1978）的結果不同，而其他時期的減產則與 Dungan (1951), Cloninger（1974）等的結果相一致。其理由則除品種與環境的影響外，誠如 Leng（1951), Hicks（1978）的解釋，此一時期爲幼穗分化期，而此時營養生長與生殖生長對同化物質競爭最激烈的階段，由於葉片的切除，改變了此種關係，而激起幼穗的初期分化。 Johnson（1978）亦認爲5葉期刈割，短暫阻止營養生長或能因此加强初期一穗粒數之形成與發育。

開花與吐絲期因切除葉片而延遲，而開花與吐絲期之間隔日數不變的結果與 Dungan（1951), Cloninger（1974), Johnson（1978），許福星（1978）等相一致。刈割時期愈遲，開花、吐絲亦愈延緩，此主要可能由於刈割後，植物體用於再生所需能量多，至葉片恢復光合作用功能而供給植株養分，在時期上必然延緩，以致植株生長發育稍呈緩慢。

本試驗中兩品種之8葉期刈割處理，均發現雄穗上產生種子現象（Tassel seed），且吐絲期早於開花期，也與 Crookston 等（1978）之結果一致，在本試驗而言，此時期刈割後隨即施用追肥，致生長點輕微受傷，分化異常也爲可能原因之一。

農藝性狀中，除5葉期刈割處理外，葉片數均略減少，植株稍矮，穗位降低，此一現象可能與再生，養分供給的限制與競爭等不利於植株與新葉之發育有關，雖然葉片之分化在1—4葉時已近末期，而6—8葉期則葉片始原體已完全分化（Hanway, 1963），所以切除部分葉片後，結果植株總葉數必然減少，其中1—4葉期影響少，而6—8葉期減少多，即由於此故。

本試驗結果證實5葉期刈割，不致影響成熟期與子粒品質，且有增產之效果，故玉米栽培，可考慮於5葉期配合機械方法，行幼株地上部切除以促進增產，切除葉片並可供作飼料，對玉米增產與利用均不失爲一改進方法。

引用文獻

1. 許福星、葉茁田 1978a. 玉米早期青刈對其農藝性狀及產量之影響。中華農學會報 新102：48—57。
2. 許福星 1978b. 不同栽培密度及早期青刈對玉米農藝性狀影響之研究。畜產研究 11：63—71。
3. 鄭心嫻 1977. 應用 DBC 法測定玉米子粒離胺酸含量之研究。科學發展月刊 5：386—392。

4. Cloninger, F. D., M. S. Zuber, and R. D. Horrocks, 1974. Synchronization of flowering in corn (*Zea mays* L.) by clipping young plants. Agron. J. 66 : 270-272.
5. Crookston, R. K., and D. R. Hicks, 1978. Early defoliation affects corn grain yields. Crop Sci. 18 : 485-489.
6. Dungan, G. H., and H. W. Gausman, 1951. Clipping corn plants to delay their development. Agron. J. 43 : 90-93.
7. Hanway, J. J. 1963. Growth stages of corn. (*Zea mays* L.) Agron. J. 55 : 487-492.
8. Hicks, D. R. and R. K. Crookston, 1976. Defoliation boosts corn yield. Crop Soils 29(3) : 12-13.
9. Hicks, D. R, W. W. Nelson, and J. H. Ford. 1977. Defoliation effects on hybrids adapted to the northern corn belt. Agron. J. 69 : 387-390.
10. Johnson, R. R. 1978. Growth and yield of maize as affected by early-season defoliaion. Agron. J. 70 : 995-998.
11. Leng, E. R. 1951. Time-relationships in tassel development of inbred and hybrid corn. Agron. J. 43 : 445-449.

The effects of clipping young plants at different stages on grain yield and quality of maize [1]

Hung-shung Lu and Hsing-hsien Chen[2]

The purpose of this study is to investigate the effects of clipping young plants at different stages on grain yield and quality of both opaque-2 and normal corn with nonclipping as check.

(1) Opaque-2 corn and normal corn have the same response to clipping at all stages.

(2) Clipping made before 4-leaf stage or after 6-leaf stage delayed pollination and silking, slightly reduced ear height, significantly increased ear moisture content, and reduced the grain yields. The lower grain yield was resulted from the decrease of kernel number per ear, 100-kernel weight, and the increase of moisture content. However, clipping made before 4-leaf stage, high ear moisture content was responsible and after 6-leaf stage, high ear moisture content, less kernel number per ear, and light 100-kernel weight were responsible for the reduction in grain yield.

(3) Clipping made at 5-leaf stage increased ear length, leaf number per plant, kernel number per ear, 100-kernel weight, plant height, ear height and grain yield (about 16.89%), slightly decreased ear moisture content, while days to pollination and silking remained almost unchanged.

(4) Percent protein, lysine, and oil contents were not significantly affected by clipping.

---

1. Contribution No. 1027 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Agronomist. and Assistant Chemist, respectively, TARI, Wufeng, Taichung Hsien , Taiwan 431, R. O. C.

(5) As clipping young corn plants at 5-leaf stage could increase yield while showed no influeuce on grain quality and date of maturity, it was suggested that if a clipping machine can be designed, clipping at appropriate stage will result in higher grain yield and the clipped young plants may be used as green feed.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31(1): 35~41 (1982)

植期與播種密度對種子用亞麻纖維細胞發育之影響[1]

韓青梅　莊周瑞　邱善美[2]

摘要：以種子用亞麻 C I 2446 爲材料，分四種植期（10 月 5 日，10 月 20 日、11 月 5 日、11 月 20 日）及四種密度（2250、1800、1350、900株／m^2），以探討其對種子用亞麻在不同生育期間纖維細胞發育之影響。由結果得知播種密度除對韌皮部厚度有顯著差異外，對纖維細胞之其他性狀影響並不顯著。單自由度分析知，播種密度與韌皮部厚度間呈極顯著之負相關。種植期對韌皮部厚度，木質部厚度，髓部厚度，單纖維細胞數，纖維束數，單纖維細胞直徑，細胞壁厚度及中腔厚度等性狀均呈極顯著之影響，一般均以晚植者較早植者爲優良。亞麻纖維細胞自播種後30日起即開始發育，而細胞之發育處理均以第 100 天取樣者爲最優。又由性狀間相關研究結果知，影響亞麻纖維品質之因素如韌皮部厚度，髓部厚度，單纖維細胞直徑及纖維細胞數，束數等彼此間均呈極顯著之正相關，但與莖徑則呈負相關。爲兼顧種子收量及纖維品質，似以早植及疏播，並適時收穫爲宜。

亞麻纖維組織的發育，據張氏以 Pernau 及愛爾蘭二品種作鏡檢觀察結果發現：亞麻於播種後之第10天，植株幼嫩，纖維細胞尚未形成；直到 40 天後纖維細胞及纖維束才開始發育且逐漸增加。至生育後期雖或有增加但不多。數據同時顯示纖維細胞發育之盛期與播種期之遲早顯有差異，12月播種者，纖維細胞數顯著增加，原莖及製纖率亦較高，至於纖維細胞之分佈，各播種期無顯著差異[(3)]。熊氏等指出，亞麻莖部橫切面各層組織，韌皮部及髓部兩者之厚度之百分比與製纖率爲正相關，木質部厚度之百分比則爲負相關[(4)]。Obeid 氏認爲，亞麻單株蒴果數受種植密度之影響最大，一個蒴果種子數及單粒種子之重量則不受密度之影響[(5)]。邱氏以種子用亞麻品種爲試材，作植期與播種密度試驗結果獲知，早植（10 月上中旬）及疏播（900 株／m^2 或 1,350 株／m^2）可增加種子收量[(2)]。

由於本省亞麻的生產，是採用纖維及種子兼顧，故種植亞麻之目的，不僅是供採纖之需，同時亦期望能獲得多量之種子，以增加收入。因之，如一旦推廣栽培種子用亞麻品種，其原莖是否仍可供製纖，其纖維組織及發育與植期及播種密度是否有關等，皆有待研究，故本試驗之目的，旨在闡明不同植期及播種密度對種子用亞麻纖維細胞發育之影響，以供今後推廣種植種子用亞麻之參考。

材料與方法

以種子用亞麻品種 CI 2446 爲供試材料，4 個種植期分別爲 10 月 5 日，10 月 20 日、11 月 5 日、11 月 20 日及四個播種密度各爲 2,250，1,800，1,350，900 株／m^2 採用裂區設計，以種植期及密度之處理組合爲主區，收穫期（取樣）爲副區。各處理分別於播種後之第30天起行第一次取樣，嗣後每隔 10 天取樣一次，計 8 次，每小區逢機取樣 3 株，於試驗室中，以刀片切取莖中央部份長 5 cm 麻莖一段，以 FAA 液固定 72 小時，而後以 70% 酒精冷藏，供切片鏡檢，以觀察各處理在不同時期

1.臺灣省農業試驗所 研究報告 第 1028 號。統計分析承何惠小姐協助，謹誌謝忱。
2.本所農藝系助理、副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

所取之樣品之蔴莖，韌皮部厚度，木質部厚度，髓部厚度，纖維細胞個體數，單纖維細胞直徑，單纖維細胞中腔厚及單纖維細胞壁厚。

結果及討論

一、亞麻纖維組織性狀之變方分析：

種子用亞蔴品種 CI 2446，在不同種植期，播種密度及不同取樣期分別鏡檢後，其對亞蔴莖徑，韌皮部厚度及木質部等纖維性狀之影響，經變方分析之結果示於表 1。由表 1 結果得知，播種密度除對韌皮部厚度有顯著性影響外，對其他纖維組織性狀之影響，均未達顯著水準。

表 1　亞蔴莖部性狀之變方分析

Table 1. Analysis of variance for various characters of fiber tissues of flax stem.

S. O. V.	D. F.	Stem diameter	Tickness of phloem	Thickness of xylem	Thickness of pith	No. of fiber cells	Bundles of fiber cells	Diameter of fiber cell	Thickness of fiber cell wall	Thickness of fiber cell lumen
Sowing density (D)	3	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Sowing date(S)	3	**	*	**	**	**	**	**	**	**
Sampling (H)	7	**	**	**	**	**	**	**	**	**
D×S	9	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
D×H	21	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
S×H	21	**	**	**	**	**	**	**	**	**
D×S×H	63	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns-non significant;* significant at 5% leve;** significant at 1% level.

又經單自由度分析結果（表 2）得知，播種密度與韌皮部之厚度呈極顯著之直線關係，即播種密度愈高，韌皮部厚度愈小；反之則愈厚。就製纖率而言，韌皮部之厚度爲影響製纖率高低主要因素之一，韌皮部厚，製纖率高，反之則低。由此鏡檢結果顯示，爲提高亞蔴之製纖率，似應以疏播爲宜。同時，又據前試驗結果，疏播（1350 株／m^2～900 株／m^2）可獲得較高之種子收量[2]。植期及取樣期對各性狀所導致之差異頗爲一致，前者（植期）除對韌皮部厚度差異呈顯著影響外，對其他性狀差異均達極顯著水準，而後者（取樣期），不論是莖徑或韌皮部厚度等性狀差異之影響均達極顯著程度。至於交感方面，僅以植期與取樣期的交感效應達極顯著之水準。

表2. 密度對韌皮部厚度影響之變方分析

Table 2. Analysis of variance for effects of sowing density on thickness of phloem of flax stem.

S. O. V.	D. F.	S. S.	M. S.	F.	P>F
Treatment	3	0.0084	0.0028	4.0007	0.0280
1	1	0.0075	0.0075	10.6567**	0.0052
2	1	0.0002	0.0002	0.2952	0.6005
3	1	0.0007	0.0007	1.0501	0.3232
Error	15	0.0105	0.0007		

二、植期及取樣期對韌皮部、髓部之厚度及單纖維細胞直徑之影響

韌皮部厚度是影響製纖率高低的重要因素之一。自變方分析表中（表1）得知，植期與取樣期對韌皮部厚度之影響呈顯著及極顯著差異水準。經 Duncan's 顯著性測驗（表3）結果得知，植期以11月20日播種者，取樣期以播種後100天者其韌皮部厚度最大（圖1）；且由植期與取樣期之交感（表5）得知，11月20日播者與播種後100天取樣者，具正交感效應，且差異達顯著水準。

表3. 亞麻植期對單纖維細胞韌厚、髓厚、直徑之影響

Table 3. Effect of sowing date on thickness of phloem and pith and diameter of single fiber cell of flax.

Sowing date	Thickness of phloem (mm)	Thickness of pith (mm)	Diameter of single fiber cell (mm)
Oct. 5	0.3466 b[a]	1.8603 c	0.0539 a
Oct. 20	0.3594 ab	2.0950 a	0.0498 c
Nov. 5	0.3500 b	1.7534 d	0.0499 c
Nov. 20	0.3747 a	1.9841 b	0.0516 b

a. Duncan's new multiple range test at 5% significant level.

表4. 不同取樣期對亞麻韌厚、髓厚、及單纖維細胞直徑之影響

Table 4. Effect of sampling time on thickness of phloem and pith and diameter of single fiber cell of flax.

Sampling[a] time	Thickness of phloom (mm)	Thickness of pith (mm)	Dimaeter of single fiber cell (mm)
30	0.3556 bc	1.1731 e	0.0503 d
40	0.3288 c	1.7663 d	0.0510 cd
50	0.3581 bc	1.8500 d	0.0570 cd
60	0.3544 bc	2.0688 c	0.0502 d
70	0.3688 ab	2.1994 b	0.0527 b
80	0.3506 bc	2.0556 c	0.0504 d
90	0.3538 bc	2.1669 bc	0.0521 bc
100	0.3913 a	3.2444 a	0.0543 a

a. Days after sowing.

b. Duncan's new multiple range test at 5% significant level.

表5. 植期與取樣期對韌厚之交感

Table 5. Interaction of sowing date and sampling time on the thickness of phloem.

Sowing date	Sampling time (days after planting)								Total
	30	40	50	60	70	80	90	100	
Oct. 5	− 0.1844**	− 0.1056**	+ 0.0504**	+ 0.0792**	+ 0.1329**	− 0.0046	+ 0.0142	+ 0.0242	0.0000
Oct. 20	+ 0.0810**	+ 0.0598**	− 0.0390*	+ 0.0415*	+ 0.0385*	− 0.0036	− 0.0350*	− 0.0602**	0.0000
Nov. 5	+ 0.0663**	+ 0.0173	+ 0.0485**	− 0.0140	− 0.0888**	+ 0.0085	+ 0.0973**	− 0.0025	0.0000
Nov. 20	+ 0.1697**	+ 0.0285	− 0.0599**	− 0.0174	− 0.0826**	− 0.0003	− 0.0765**	+ 0.0385*	0.0000
Total	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

髓部的厚度亦爲決定亞麻原莖製纖率高低重要因素之一，經 Duncan's 顯著性測驗結果知，在10月 20 日播者，可獲得較厚之髓部，次爲 11 月 20 日播者（表 3）。又由植期與取樣期交感表中（表 6）得悉，11 月 20 日播者與播種後 100 天取樣之交感呈極顯著的正交感效應。

表6. 植期與取樣期對髓厚之交感

Table 6. Interaction of sowing date and sampling time on the thickness of pith.

Sowing date	Sampling time (days after planting)								Total
	30	40	50	60	70	80	90	100	
Oct. 5	+ 0.5192**	− 0.0070	+ 0.2255**	+ 0.4380**	− 0.3833**	− 0.3008**	− 0.2433**	− 0.2483**	0.0000
Oct. 20	+ 0.6648**	+ 0.1386**	− 0.1139**	− 0.5364**	− 0.2175**	− 0.0702	− 0.0877	+ 0.2223**	0.0000
Nov. 5	− 0.1974**	− 0.4283**	− 0.3058**	+ 0.2417**	+ 0.0604	+ 0.5629**	+ 0.3206**	− 0.2544**	0.0000
Nov. 20	− 0.9869**	+ 0.2967**	+ 0.1942**	− 0.1433**	+ 0.5404**	− 0.1919**	+ 0.0104	+ 0.2804**	0.0000
Total	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

單纖維細胞直徑，據張（1947）報告，亞麻種子發芽後 40 天，其纖維細胞及纖維束才開始發育[3]，但由本試驗結果得知，亞麻自播種後 30 日，纖維細胞即開始發育（圖 2）。形成此種差異之原因，可能是所採用之品種及試驗處所之不同所導致之結果。亞麻單纖維細胞數對製纖率之高低無任何影響，但其直徑之大小爲決定纖維拉力大小的主要因素，直徑大，纖維拉力强，反之則弱。由表 1 得知，不論是植期或取樣期，對單纖維細胞之直徑差異之影響均爲極顯著。又據表 3，10月 5 日播種者，其單纖維細胞之直徑最大，次爲 11 月 20 日播者，而二處理間差異顯著，但自表 7 得知，以 11 月 20 日播種及播種後 100 天取樣爲正交感效應，且達極顯著水準。

表7. 植期和取樣期對單纖維細胞直徑之交感

Table 7. Interaction of different sowing date and sampling time on the diameter of fiber cell.

Sowing date	Sampling time (days after planting)								Total
	30	40	50	60	70	80	90	100	
Oct. 5	− 0.0030	− 0.0009	+ 0.0017	+ 0.0083	− 0.0031	− 0.0010	+ 0.0067	− 0.0087	0.0000
Oct. 20	+ 0.0045	− 0.0014	− 0.0075	+ 0.0153**	− 0.0048	+ 0.0041	− 0.0051	− 0.0051	0.0000
Nov. 5	− 0.0001	− 0.0027	+ 0.0055	− 0.0115**	− 0.0031	− 0.0074	+ 0.0169**	+ 0.0024	0.0000
Nov. 20	− 0.0014	+ 0.0050	+ 0.0003	− 0.0121**	+ 0.0110**	+ 0.0043	− 0.0185**	+ 0.0114**	0.0000
Total	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

三、亞麻纖維性狀間之相關

自表 8 得知，韌皮部厚度與莖徑呈負相關，但未達顯著水準，其與髓部厚度，纖維細胞個數，纖維細胞束數，單纖維細胞直徑，單纖維細胞中腔等，均呈極顯著的正相關，意謂韌皮部愈厚，髓部亦厚，纖維細胞的個數與束數亦愈多，單纖維細胞之直徑亦愈大，直接的影響到採纖率之高低及纖維品質之優劣。

表8. 種子亞麻各性狀間之相關

Table 8. Correlation between characters of seed flax.

Character	Stem diameter	Thickness of phloem	Thickness of xylem	Thickness of pith	No. of fiber cell	Bundles of fiber cell	Diameter of fiber cell	Thickness of cell wall
Thickness of phloem	- 0.04930							
Thickness of xylem	0.01161	0.43210**						
Thickness of pith	0.08198	0.25485**	0.40208**					
No. of fiber cell	- 0.30964**	0.34174**	0.05811	0.09760				
Bundles of fiber cell	- 0.03768	0.33204**	0.13550*	- 0.03505	0.34739**			
Diameter of fiber cell	0.09243	0.51154**	0.61606**	0.48425**	0.17696**	0.36113**		
Thickness of fiber cell wall	- 0.00284	0.11971	0.09075	0.19128**	0.37110**	0.28384**	0.14325*	
Thickness of fiber cell lumen	- 0.29979**	0.22885**	- 0.00225	- 0.08612	0.60263**	0.03154	0.03488**	- 0.22943**

由以上結果知，晚植及疏播有益於亞麻纖維細胞之發育，且有促進纖維品質之效。此與季等 (1963) 及邱 (1981) 之試驗結果，認爲種子用亞麻之種植以早植及疏播爲宜，而纖維用之亞麻適於晚植之結論，頗爲相符。種子用亞麻在早植的情況下，對種子之收量有益但對纖維細胞之發育則較爲不利，然而疏植却對種子收量及纖維細胞之發育同樣的有促進之效，此乃因疏植顯著的增進了韌皮部之厚度所致。又由性狀間之相關關係得知，韌皮部之厚度與影響纖維細胞發育之其他性狀如髓部的厚度

，單纖維細胞直徑及纖維細胞之個數與束數等呈極顯著之正相關。如此疏植似可補償部分因早植而降低纖維品質之效。由此結果，似乎可在本省種植種子用亞麻品種，以收穫種子供製油工業之需，且其原莖也可供為製紙原料之來源，有助於冬閒土地之利用及增進農民之收益，振興本省亞麻生產事業。

引用文獻

1.季景元、陳坤生、戴常智、周學淳．1963．種子亞麻播種期之適應性研究．農業研究 12（1）：35-46。

2.邱善美．1981．種種子亞麻之生育及產量性狀與植期及播種密度之影響．中華農業研究 30（2）：167-172。

3.張拔倫．1947．臺灣省農業試驗所年報 16-17。

4.熊光斗、蔡焜煌、韓青梅．1973．亞麻不同收穫期對產量及纖維品質影響研究．農業研究21（4）：264-272。

5. Obeid, M., D. Machin, and J. L. Harper. 1967. Plant Breeding Abstracts. 38(2): 364.

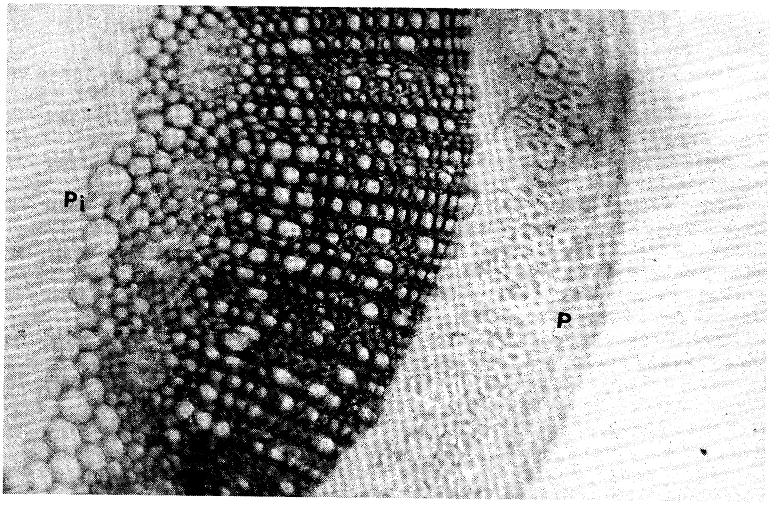


圖1. 亞麻莖部橫切面。　P：韌皮部，x：木質部，Pi：：髓部。

Fig. 1. Cross section of flax stem. p: phloem, x: xylem, pi: pith, (840x).

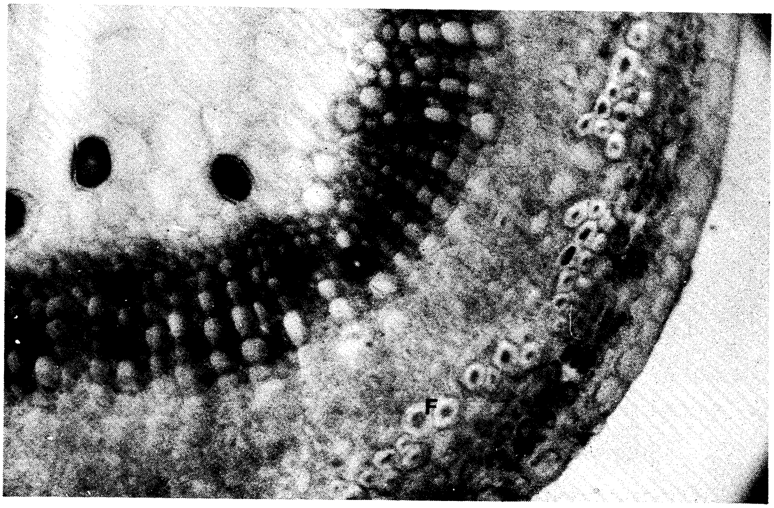


圖2. 亞麻種植30日後莖部纖維細胞發育圖。　F：纖維細胞。

Fig. 2. The fiber cells of 30 days after planting. F; Fiber cell, (1,200x).

Effect of sowing date and planting density on the growth of fiber cell in oilseed flax[1]

C. M. Han, J. R. Juang and S. M. Chiu[2]

Summary

Seed-flax variety CI. 2446 was planted at four different dates (Oct. 5, Oct 20, Nov. 5, Nov. 20) and four different densities (2250, 1800, 1350 and 900 plants/m^2) to study the effects on the fiber cell development at different growing stages.

All traits, except the phloem thickness, of fiber cell showed no significant difference among different sowing densities. Significantly negative correlation between the phloem thickness and sowing density was observed. Differences in the phloem thickness between sowing dates were also significant. Late planting resulted in better stem quality than early planting. Fiber cell development started as early as 30 days after planting and the fiber was found to be the best at 100 days after planting. Characters which affect fiber quality such as phloem thickness, pith thickness, fiber cell diameter, fiber cell numbers and fiber cell bundles were highly and positively correlated between each other. However, they were all negatively correlated with the stem diameter.

For high oilseed yield and good fiber quality, early planting and low density as well as right-time-harvesting were suggested

1. Contribution No. 1028 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Research Assistants and Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, Roc.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）31(1)：42～50（1982）

柳橙包裝貯藏與樹上掛藏試驗[1]

林 學 正　王 為 一[2]

摘要：柳橙果實經樹上掛藏兩個月觀察，發現掛藏期間果實的密度、可滴定酸及可溶性固形物含量並沒有顯著改變，但落果率却高達45.3%。在15°C 下貯藏，掛藏後採收（遲採）的果實經117天之腐爛率（61.9%），遠較適時採收的果實經 177 天貯藏之腐爛率（20.8%）高。適時採收的果實在5°C 下貯藏 128 天已出現輕微寒害現象，至 177 天時更爲嚴重，分別造成 18.4 和 81.3%的腐爛率。果皮發生大且深之褐色病斑（Scald）爲寒害之主要病徵。遭受寒害的果實在架售期間有較高的腐爛增加率及果蒂褐化率。果實在 10 及 15°C 下經 128 天貯藏時會分別造成 2.1 及 1.3%的腐爛率，迨至 177 天時，腐爛率則各高達 41.4 及 18.8%。果實品質隨貯藏期之延長而降低，且貯藏溫度愈高其可滴定酸和可溶性固形物損失愈多，果實貯藏 177 天後已失味且有些果實微帶酸腐的異味。高密度PE袋（厚 0.01 m/m）密封包裝與現行農家低密度PE袋（厚 0.03 m/m）扭轉倒置包裝對果實腐爛率或品質的保存並無顯著差異。

本省柳橙（丁）爲廣東柳橙之一品系，因果實底部常出現一明顯凹環，其狀似印，故又名印子柑。本品種樹勢旺、豐產且抗瘡痂病，適於本省中南部種植，目前栽培面積達一萬公頃，年產十萬公噸僅次於椪柑 (8)。由於柳橙早熟、肉細、酸低、味甜，深受國人及東南亞各國所歡迎，日本於去年開放省產柳橙進口，其外銷地位更顯重要。

柳橙採收期與椪柑相近，爲調節消費，一般農民皆行通風貯藏，果實以 2, 4—D 及 Benzimidazole 系之殺菌劑處理，可貯藏至春節以後 (2,5)。然通風貯藏之溫度變化大，加上立春後室外溫度回升，果實貯藏壽命因而縮短，如欲維持高品質及更長之貯運壽命，可利用低溫貯藏。一般國外推薦之橙類貯存溫度在 0°—8°C（32°—48°F）之間 (22)，因品種及栽培地區不同，差異甚大。省產橙類之貯藏研究不多 (1,4,26)，柳橙更少，曾推薦之貯藏溫度爲 6°C，在此溫度下可貯藏 3 個月之久 (1)。

柑桔爲非更年期果實，需在適當之成熟度採收，方能有最長的貯藏壽命 (9)；但若延遲採收對樹勢及花芽分化無不良影響時，果實即可掛藏於樹上，無需貯運設備，甚爲經濟方便，雖然落果會因延遲採收而日益嚴重，但此可用植物生長調節劑加以控制。又柳橙果實似較椪柑耐寒，較不易受本省晚霜侵害，若能延遲至立春後果實回青前採收，當有實用價值。此方式在美國乾燥地區爲配合採收期人工之短缺，已部分實行 (10)。

柑桔於貯藏期中會因蒸散作用而失水，此不但影響美觀且易老化引起病害 (11)。利用 PE 塑膠袋逐果包裹已廣泛在本省應用，可減少失水及防止得病果實之傳染 (7)，但低密度之 PE 袋透水率不高，常會造成袋內凝水而增加腐爛 (16)；近年來已能製造較薄之高密度塑膠膜，可防止凝水，用於柑桔包裝，不論密封有無，皆較低密度者爲佳 (12)。

本文就柳橙於樹上掛藏之可行性，採收後之適當貯藏溫度及果實 PE 包裝膜之密度等加以探討，以期提高省產柳橙貯藏後之品質，並減少其腐爛率。

1.農業試驗所研究報告第 1029 號。本研究承行政院加速農村建設補助計畫（70農建—1.1—產—10(14)）補助經費，謹此致謝。

2.本所園藝系研究員及研究助理。臺灣省　臺中縣　霧峯鄉。

材料與方法

本試驗所用之柳橙分二次採收，第一次於 69 年 12 月 22 日，爲一般農家採收之適期。第二次於70 年 2 月 26 日， 較正常採收期延遲二個月，時爲節氣「雨水」後一星期，果實尙未回青。果實採自埔里永春果園， 在該園內選定營養相近之四株 12 年生柳橙供試。 以株爲重複，依上述二時期採收。果實於裝箱時，每層置氣泡 PE 墊一層，以防運輸途中擦傷 ， 運至本所冷藏庫後 ， 先以1,000 ppm Benlate 及 50 ppm 2, 4—D 之混合液浸漬 4 分鐘，再取出隔夜涼乾。 翌日淘汰不良果後，果實依大小分級均勻分組，每組含 30 個果實，每重複共分爲 9～13 組不等。

處理分爲低密度 PE 袋 (0.03 m/m) 逐果包裝，即按一般農家方式，在果實裝袋後將袋口扭緊倒置於貯藏箱內及高密度 PE 袋 (0.01 m/m) 熱封二道包裝。 低密度袋爲一般市面所售者，高密度袋爲台聚公司贈送品，袋長 20 cm 、單面寬爲 15 cm。溫度處理分爲 5°、10° 及 15°C 三種，貯藏庫內溫度差異在 ±1°C 間，濕度在 80～85% RH 之間。

果實分二次調查，第一次於 70 年 4 月 30 日，第二次爲同年 6 月18 日，距第一次採收後貯藏 128 及177天；距第二次採收後貯藏 66 及 117 天，果實取出後調查其五天內常溫下之腐爛率及綠蒂率，以得知其架售壽命之變化。採果技術及品質分析依佛州之柑桔品質分析標準測定 [27] 。

結　　果

一、柳橙於樹上掛藏之落果率與品質變化

柳橙於樹上掛藏之第一個月內落果率不高，僅爲 3.3%，但此後落果率驟增，其增加斜率甚大，一個半月時落果率增至 18.6%，至二個月時高達 45.3%。果實品質以密度及糖度變化量較小，酸度及糖酸比變化大。密度在掛藏至一個半月時皆在 0.96 左右，至二個月時微升至 0.97；糖度（可溶性醣）則由 11.7° Brix 持續上升至掛藏終止達 13.2° Brix。酸度含量在掛藏後仍然持續增加，至一個半月時較原來的 0.58% 增加⅓爲 0.77%，雖在二個月時降爲 0.68%，但仍較原來含量增加⅕左右。雖然糖度呈穩定上升，但增加不大，而酸度變化頗大，因此糖酸比隨酸度變化而變化，由初期20.5降至 16.7 而後升高到 19.4 幾與原來相同（圖 1）。

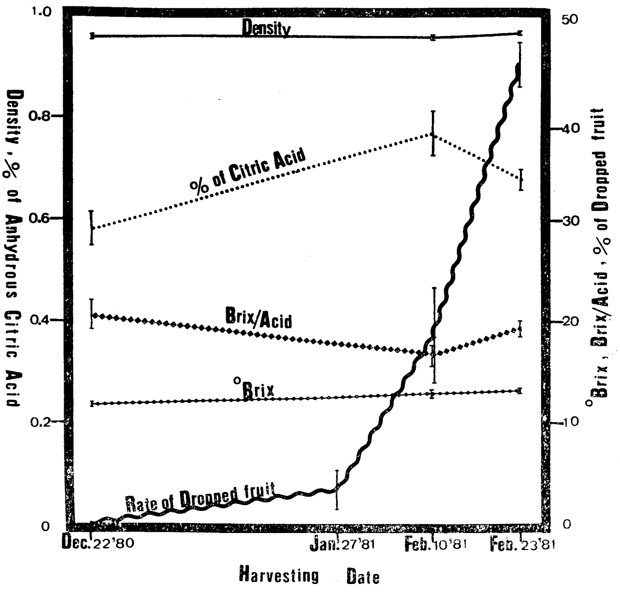


圖1. 柳橙樹上掛藏之落果率與品質變化
Fig 1. : Fruit dropping rate and quality changes of "Golden-Seal" oranges during on-tree storage

二、不同採收期影響果實貯藏力

69年12月22日採收之果實爲一般農民認爲最適當成熟度者，其果實較樹上掛藏二個月後（70年2月23日）之晚採果實具有較佳的貯藏力。二者置15°C下貯藏至第一次調查（4月30日）爲止，早採者已貯藏128天，晚採者爲66天，結果早採果實的腐爛率僅爲3.3%，較晚採果實的7.6%爲低；第二次調查時其差異更大，早採者已貯藏177天，晚採者貯藏117天，結果晚採果實的腐爛率高達61.9%，遠較早採果實的20.8%高出2倍。果實不論以低密度PE袋或高密度PE袋套袋皆得相同的結果（圖2）。

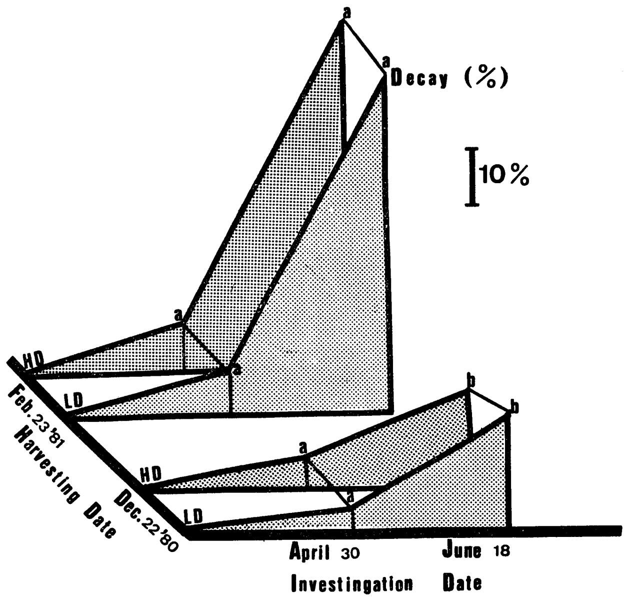


圖2. 柳橙採收期與包裝PE膜密度（LD：低密度；HD：高密度）對果實貯藏力之影響

Fig 2. : Effect of harvesting date and packing films on the decay ratio of "Golden-Seal" oranges stored in 15°C. LD and HD indicate low density and high density PE film respectively

三、貯藏溫度對柳橙腐爛率與綠蒂率之影響

69年12月22日採收之果實分別置於5°、10°及15°C下觀察，發現溫度愈低反而腐爛率愈高。經128天貯藏後，腐爛率分別爲18.4、5.4及4.6%；而貯藏至177天時，5°C果實腐爛率已高達81.3%，10°C居次爲41.4%，15°C最低僅18.8%。一般而言，貯藏後果蒂仍然保持鮮綠時較爲消費者所喜愛，此情況常以綠蒂率表示。綠蒂率與腐爛率呈相反趨勢，溫度愈低，綠蒂率愈高。果實經128天貯藏後大部分果蒂已轉爲褐色，雖然5°C貯藏者果蒂約有20%仍然鮮綠，但10°及15°C貯藏者，綠蒂率已低至2.1及1.3%；果實貯藏到177天後，各處理之綠蒂率均低至2.5%以下（表1）。貯藏溫度亦影響果實貯藏後在常溫架售期間之變化，在前四天之架售期間腐爛率變化幅度在3～10%之間，第五天則急驟增加，尤以5°C者爲最，其腐爛率高達50～60%左右，較第一天時約增加3倍；10°及15°C貯藏果實增加幅度尚小，第五天架售期腐爛率較第一天增加約在10%以下（圖3）。果實經128天貯藏後，在常溫架售期綠蒂率之變化，以5°C貯藏果實之果蒂轉褐速度最快，至5天時已由原先20%之綠蒂率降至5%左右，10°及15°C之架售期綠蒂率變化不大（圖4）。

表1. 貯藏溫度對柳橙腐爛率及綠蒂率之影響

Table 1 : Effects of storage temperatures and packaging films on the ratio of decay and green button of "Golden-Seal" oranges

Storage temperature (°C)	Storage period (days)											
	128						177					
	Decay (%)		Average	Green button (%)		Average	Decay (%)		Average	Green button (%)		Average
	LD	HD		LD	HD		LD	HD		LD	HD	
5	19.2^{a}	17.5^{a}	18.4	14.2^{b}	25.0^{a}	19.6	79.2^{a}	83.3^{a}	81.3	1.7^{b}	3.3^{a}	2.5
10	10.0^{ab}	0.3^{b}	5.4	2.5^{c}	1.7^{c}	2.1	45.8^{b}	37.5^{b}	41.4	0.8^{b}	1.7^{b}	1.3
15	3.3^{b}	5.8^{ab}	4.6	0.8^{c}	1.7^{c}	1.3	20.8^{c}	16.7^{c}	18.8	0.8^{b}	0.8^{b}	0.8

1. Means within column with no subscript letter in common are significantly different (P=0.01).

2. LD : low density PE bag ; HD : high density PE bag.

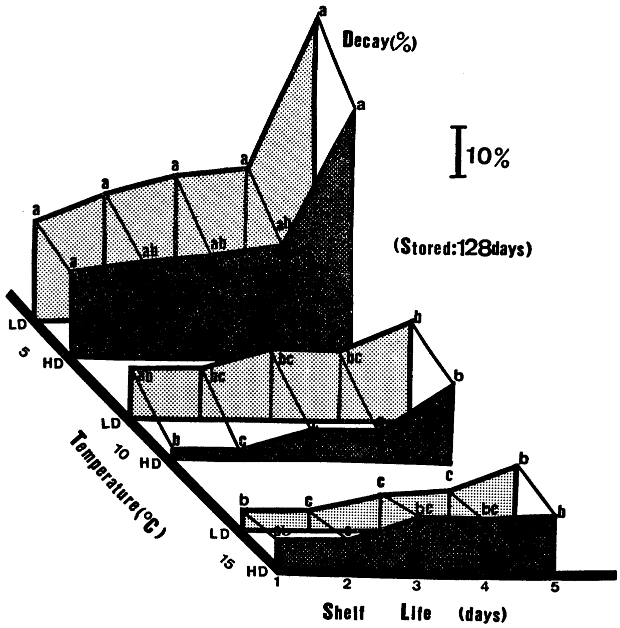


圖3. 貯藏溫度與包裝 PE 膜對柳橙貯藏 128 天後架售期之腐爛率變化

Fig. 3. : Effect of storage temperatures and packing films on the decay rate and shelf life of "Golden-Seal" oranges after stored for 128 days

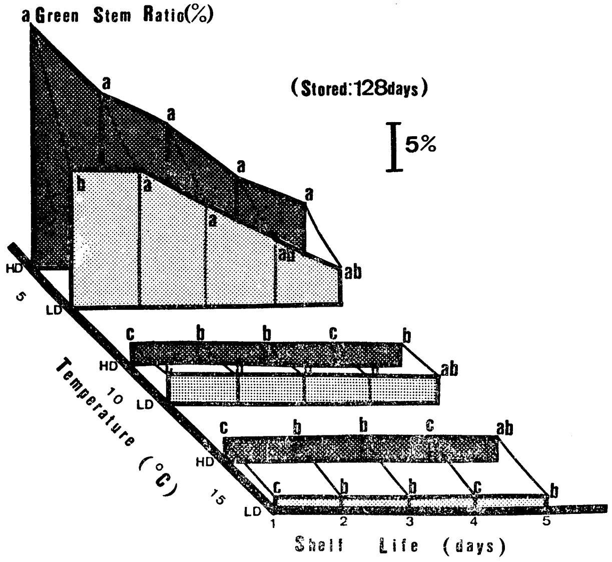


圖4. 貯藏溫度與包裝 PE 膜密度（LD：低密度；HD：：高密度）對柳橙貯藏128天後架售期之綠蒂率變化

Fig. 4. : Effect of storage temperatures and packing films on the green button ratio and shelf life of "Golden-Seal" oranges after stored for 128 days

四、貯藏溫度與果實成熟度對果實品質之影響

果實所含水分、有機酸及醣類等在貯藏中會因呼吸作用及內部生理代謝之需要而消耗。因此果實密度 、 含酸量及含糖量皆會隨貯藏時間之延長而降低。本試驗中顯示 ， 貯藏溫度對果實品質影響不大，採收期之早晚與貯藏期之長短對品質影響較深 。 由表 2 得知， 早採與晚採之果實分別經 128 及 66天貯藏後，早採者果實平均密度爲 0.94，晚採者爲 0.95，較貯藏前皆降低 0.02；果汁含酸量，早採者爲 0.52%，晚採者爲 0.62%，較貯藏前皆降低 0.06%；而早採者果汁含糖量爲 10.9，晚採者爲12.8，較貯藏前各降低 0.8及 0.4，糖酸比則隨貯藏而略微增大，早採者升爲 21.3，晚採者爲20.7，較貯藏前各增加 0.8 及 0.2。貯藏在 5°C 下之部分果實已發生微帶酸腐之味道，10° 及 15°C 下之果實味道正常。

表 2：貯藏溫度、果實成熟度與包裝 PE 膜袋密度對柳橙貯藏期之品質變化

Table 2: Effects of harvesting date, storage temperatures and packaging films on the quality of "Golden-Seal" oranges

Normal harvesting	12/22[x] / 0[y]	12/22 / 128						
Quality	Initial	Storage temperature						
		5°C		10°C		15°C		
		LD	HD	LD	HD	LD	HD	Average
Density	0.96	0.94	0.94	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94
Acid	0.58	0.55	0.54	0.51	0.50	0.51	0.49	0.52
Brix	11.70	10.60	10.90	10.90	10.90	10.80	11.10	10.86
Brix/Acid	20.50	19.30	20.20	21.40	21.80	21.40	23.40	21.25
Flavor	Excellent	Poor	Poor	Good	Good	Good	Good	

Delayed harvesting	2/23 / 0	2/23 / 66				
Quality	Initial	Storage temperature				
		5°C		10°C		
		LD	HD	LD	HD	Average
Density	0.97	0.95	0.94	0.95	0.95	0.95
Acid	0.68	0.64	0.62	0.62	0.60	0.62
Brix	13.20	12.70	12.90	12.60	12.80	12.75
Brix/Acid	19.50	20.10	20.70	20.60	21.30	20.68
Flavor	Excellent	Poor	Poor	Good	Good	

1. x : harvesting date, mo./day.
   y : storage days.
2. LD : low density PE bag ; HD : high density PE bag.

五、高密度與低密度 PE 膜袋對果實包裝貯藏之效果

高密度 PE 膜耐撕力強，可製成較薄之厚度，本試驗用高密度 PE 袋之膜厚 0.012 m/m，較低密度 PE 袋最薄者 0.03 m/m 仍薄約 1.6 倍。柳橙果實經上述兩者包裝貯藏試驗顯示，PE 袋密度之高低對早採或晚採果實貯藏腐爛率及其架售期之腐爛率（圖 2 、圖 3）與對貯藏期間之品質如密度、含酸量、含糖量及糖酸比等變化均無顯著差異（表 2）。雖用高密度 PE 袋包裝之適採果實在 5°C下貯藏 128 天之綠蒂率較低密度者為低，但貯藏至 177 天時，前者之綠蒂率反較後者為高（表 1）。在其他溫度下之綠蒂率及在架售期之綠蒂率變化則無顯著差異（圖 4 ，表 1）。

討論與結論

美國加州產之晚崙夏橙可自 5 月起採收至10月止，在樹上掛藏達 5 個月之久 [21]。本省柳橙採收期短，約自 11 月初至 12 月中旬止。本試驗試以延遲採收方式掛藏樹上，但只能延遲一個月，而後落果率十分嚴重，此可能因品種與氣候不同之故。柳橙早熟而晚崙夏橙晚熟；加州氣候乾燥且日夜溫差

大，本省則高溫高濕，果樹較易抽梢，而因 Water sink 之作用促使離層發生造成落果。Hield 等氏利用 2, 4—D 於柑桔成熟期施用，可防止 50% 之落果 [19]，Coggins 等氏及 Ismail 等氏在果實著色完全時施用奇伯靈（Gibberellin）可防止果實老化所發生之浮皮與果肉乾化（Granulation）現象 [14,20]，本省柳橙如欲有較長之樹上掛藏期，似應配合上述兩種藥劑之施用。

一般柑桔果實之含酸量在幼果期最高，殆至成熟時急速下降一直到過熟爲止 [18]。本試驗在柳橙掛藏期測定，果實酸度呈現上升而後下降之曲線，可能是測定點較少無法顯示之故，而密度與糖度隨果齡增長而逐漸上升現象與前人測定相同 [17,18]。

果實之成熟度與貯藏壽命有關 [3]，如欲長期貯藏時，應在品質最佳期前採收，使具有較高之酸度及堅硬之細胞壁，以供貯藏期中呼吸作用所需及延遲分解細胞壁酵素之活化 [29]，防止病原菌之入侵。本試驗中，早採之柳橙反較延遲兩個月採收之果實具有較長的貯藏壽命，即是此因，此在椪柑及葡萄柚之貯藏亦得相同之結果 [3,25]。

易因低溫產生寒害（Chilling injury）的果實，其不導致寒害之最低溫度稱爲 Critical temperature，而能產生寒害之低溫稱爲 Subcritical temperature，寒害病徵要在果實貯藏一段時間後方能顯現。此時期之長短因果實種類不同而異，香蕉只要 9 —12小時，柑桔則需 2 — 3 個月之久 [24]，在 Subcritical temperature 下，溫度愈高，病徵表現愈快，溫度愈低，表現愈慢，但所遭之寒害愈重 [6,30]。本試驗中，柳橙於 5 °C 貯藏 4 個月後，遭受寒害並已呈現徵狀，病症以 Scald 居多，因此腐爛率反較 10° 及 15°C 貯藏者爲高。而遭受輕微寒害之柑桔，其架售壽命期短，綠蒂褐化較快。王氏等於 6°C 貯藏柳橙 12 星期，未發現寒害病徵 [1]，此可能說明柳橙之貯藏臨界溫度在 5° 與 6°C 之間，但也可能僅貯藏 12 星期尚未能產生恆久之寒害，而取置室溫使致病之有害代謝物質，因代謝趨於正常而轉化消失，因而未能發病 [15,23]。此也可說明國外推荐柑桔之貯藏溫度較低，是因其貯藏期短且低溫可保存較佳的風味之故 [8]。

在各溫度貯藏試驗中，果實之酸、糖含量隨貯藏期之加長而降低，溫度愈低，果實之酸糖含量降低量愈少，此與前人研究符合 [3,28,29]，但分析結果並不顯著，可能是溫度對採收後之生理及對醣酸之形式轉換變化較大，但對其全醣酸量之變化不大之故 [29]。

高密度 PE 袋逐果密封包裝，對以色列產之 'Shamouti' 及 'Valencia' 橙有延遲老化，暨降低呼吸率及乙發烯生之效果 [12]，本試驗以高密度 PE 袋與低密度 PE 袋包裝柳橙進行比較，發現對防止腐爛及在品質風味變化上並無顯著差異。但是高密度 PE 膜較薄易打開，且按照前農家包裝方式扭結倒置時，袋結小，易被果實壓住。另方面高密度膜袋對水分之滲透率較大，袋內無積水，低密度膜袋較易凝水，雖低密度膜袋不密封而扭結倒置時，袋內之凝水並不嚴重，但移置室溫時，則果面易產生嚴重凝水，促使果實霉爛，顯示袋內凝水乃造成果實腐爛之主因 [16]。

引用文獻

1. 王炘、黃金池、簡和順・1964・柑桔包裝貯藏試驗。鳳山熱帶園藝試驗分所年報第34號8pp.。
2. 呂明雄・1978・如何做好柑桔貯藏・豐年28（4）：25—26。
3. 呂明雄・1979・採收成熟度、Curing 及 Benzimidzol 殺菌劑對椪柑貯藏之影響・園藝學報 9：1—10。
4. 林樂健、黃啓章、郭國柱、諶靜吾・1954・柑桔貯藏試驗・農業研究 4（4）：11—32。
5. 林學正、嚴夢如・1971・採收後處理對於控制寬度柑腐敗之效果・中國園藝 17（2）：1—8。
6. 林學正、嚴夢如・1971・椪柑冷藏之研究・中國園藝17（5）：1—8。
7. 陳志宏、蔡疇、林學正・1977・柑桔採收與貯藏手册（第二版）27pp.。
8. 臺灣省農林廳・1981・臺灣農業年報：151。
9. 蔣明南、李 哞、陳志宏、葉中和・1964・包裝容器及方法對於寬皮柑散熱透風及腐敗之影響，臺灣大學農學院專刊16號16pp.。

10. ASHRAE. 1976. Handbook and Product Directory. citrus fruits and bannanas. Chapter 32 : 1-8.
11. Ben-Yehoshua, S. 1969. Gas-exchnnge, transpiration and the commercial deterioration in storage of orange fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 524-528.
12. Ben-Yehoshua, S. , I. Kobiler and B. Shapiro. 1979. Some physiological effects of delaying deterioration of citrus fruits by individual seal packaging in high density polyethlene film. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104(6) : 868-872.
13. Biale, J. B. 1961. The orange-Its postharvest physiology and chemistry. In The orange. Sinclair, W. B. (ed), University of California Div. of Agricultural Science.
14. Coggins. Jr. C. W. and H. Z. Hield. 1968. Plant growth regulators. In W. Reuther, L. D. Batchelor and H. J. Webber (Editors). The Citrus Industry, Vol. 2, : 319-371. Rev. edn. , Univ. Calif. Div. Agri. Sci. Barkeler.
15. Davis, P. L. and R. C. Hofmann. 1973. Reduction of chilling injury of citrus fruits in cold storage by intermittent warming. J. Food Science. 38 : 871-873.
16. Grierson, W. 1969. Consumer packaging of citrus fruits. Proc. 1st Intern. Citrus Symp. Riverside Calif. 3 : 1389-1401.
17. Harding, P. L. and M. B. Sunday. 1964. Forecasting quality and pounds-solids in Florida oranges. AMS-533, Agri. Marketing Ser. USDA 7pp.
18. Harding, P. L. , J. R. Winston, and D. F. Fisher. 1961. Seasonal changes in Florida oranges. Technical Bull. No. 753, USDA. 88pp.
19. Hield, H. Z. , R. M. Burns. , and C. W. Coggins, Jr. 1967. You can benifit from 2, 4-D in citrus. World Farming 9(10) : 14-16.
20. Ismail, M. A, R. H. Biggs and M. F. Oberbacher. 1969. Effect of gibberellic acid on color changes in the rind of three sweet orange cultivars. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 143-149.
21. Jones, W. W. and T. W. Embleton, 1970. Effects of delayed harvest on California Valencias. Citrograph 56(4) : 102, 114-115.
22. Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, florist and nursery stocks. Agri. No. 66, 94pp. USDA
23. Lyons, J. M. 1973. Chilling injury in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 24 : 445-446.
24. MaColloch, 1953. U. S. Dept. Agri. Yearbook, pp. 826-830. USDA.
25. Rayll, A. L. and W. R. Buford. 1947. Cold storage studies with Texas citrus fruit. Rio Grande Val. Citrus & Veg. Inst. Proc. 2 : 102-108.
26. Sakurai, Y. 1933. Studies of citrus fruits in cold storage versus common storage(2). Studia Citrologica 6(1) : 48-72.
27. Soule, J. , W. Grierson and J. G. Blair. 1967. Quality test for citrus fruits. Circular 315, Agri. Ext. ser. IFAS, Univ. of Florida.
28. Stahl, A. L. and A. F. Camp. 1936. Cold storage studies of Florida citrus fruits. I. Effect of temperature and keeping quality of oranges and grapefruit in cold storage. Bull. 306, Agri. Exp. Stat., Univ. of Fla.
29. Vakis, N. , J. Soule, R. H. Biggs and W. Grierson. 1970. Biochemical changes in grapefruit and "Murcott" citrus fruits as related to storage temperature. Proc. Fla. Sta. Hort. Soc. 83 : 305-310.
30. Van. der Plank, J. E. , and R. J. Davies. 1937. Temperature—Cold injury curves of fruits. J. Pomol. Hort. Sci. 15 : 226-247.

Effect of harvesting date、storage temperature、and packaging material on the decay and quality of orange (*Citrus sinesis*, var. Golden-seal)[1]

by

Shue-cheng Lin and Wei-yee Wang[2]

Summary

Delayed harvesting of 'Golden-seal' orange was evaluated for their on-tree storage potential. Normal and delayed harvesting fruits were wrapped with high density (HD) or low density (LD) polyethylene (PE) bags and kept at 5, 10 or 15°C for long term storage.

Delayed harvesting caused high fruit-dropping rate (up to 45.5%) in two months, however, fruit qualities in terms of specific gravity, titratable acidity and total soluble solids did not change significantly during the on-tree period. When stored at 5°C, delayed harvesting fruits had high decay ratio of 61.9% after 117 days compared with 20.8% in normal harvesting fruits for 177-day storage.

Chilling injury (CI) was observed on fruits under 5°C storage condition and the major symptom was the disorder of scald. The decay losses of normal harvesting fruits at 5°C were 18.4% and 81.3%, respectively, for 128- and 177-day storage treatments. Rates of decay-increase and green-botton browning for CI fruits were also higher during shelf period.

Fruits stored at 10 and 15°C for 128 days had decay ratio of 2.1% and 1.3% respectively. The ratios increased to 41.4% and 18.8% for 177-day storage. Fruit qualities decreased during storage, especially the losses of sugar and acid at higher temperature. Off-flavor also appeared when fruits had been stored for 177 days.

There was no significant difference in either the rate of decay or the quality change between fruits wrapped with HD and LD PE bags in any temperature treatment.

---

1. Contribution No. 1029 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Horticulturist and Research Assistant, respectively. Department of Horticulture, TARI, Wu-feng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31(1):51～58 (1982)

蘆筍的細胞遺傳學研究

I. 蘆筍之核型與雜交 [1]

陳 敏 祥　　沈 再 發 [2]

摘要：1）從本試驗之研究得知，蘆筍之染色體爲6長4短 (6L+4S)，經核型分析結果，其核型爲：$K=2n=20=2L_1^{st}+2L_2^{st}+2L_3^{st}+2L_4^{st}+2L_5^{st}+2L_6^{st}+2S_1^{m}+2S_2^{m}+2S_3^{m}+2S_4^{m}=61.4\mu$，其中一對染色體 ($L_6$) 之長臂上有附隨體，所有大型染色體之長臂上，均有二次縊縮現象。

2）兩性株 SH69-1-2 之花粉母細胞，369個細胞中，有360個呈現正常之配對，僅有9個呈 $9_{II}+2_{I}$；而第一後期之176個細胞中，有2個具染色體橋，其餘均正常。

3）以 Connover's Colossal 無花青素之植株爲親本之雜交 F_1，其花粉稔性在95～99%之間，♀：☿：♂=5.2：1：6.2，含與不含花青素之個體比率爲1：1.4。另又從 F_1 品系間、及 F_1 品系與品種間之不同性別做多數雜交組合，獲得多量之種子，供次代育種研究之材料。

蘆筍爲百合科石刁柏屬雌雄異株之作物，從以往之研究試驗，顯示雄株之產量比雌株多20%以上；而 Rick 與 Hanna [8] 曾報告育成全雄株之可能性，其後 Huyskes [2] 育成全雄品種；Reimann-Philipp [7] 與 Zilm [11] 等曾對蘆筍染色體加以研究，又 Furusato [6] 將二倍體染色體加以分類。本省洪立 [1] 提供了苗期花器鑑定法，可於播種後4～5個月區別雌雄株，但至目前爲止，很少有關蘆筍細胞遺傳學上之研究。

許多蘆筍育種上之報告 [5,7,8,9,11]，結果表示蘆筍雄株與偏雄（雌雄同株）通常係異型結合體，從偏雄（雌雄同株）之後代有 $\frac{2}{4}$XY 與 $\frac{1}{4}$YY 之雄個體出現。在純雄育種上辨認同型結合 YY 個體，至少需三年以上。本試驗擬從細胞遺傳學上將染色體之核型加以分析，進而爲鑑別性染色體（XX, XY 與 YY）差異之基礎，供全雄育種之參考。

材料與方法

本試驗之供試品種爲 Mary Washington, UC 309, NJ 583, Darbonne No. 4 及Connover's Colossal 等五品種。其中 Darbonne No. 4 及 Connover's Colossal 二品種供爲雜交之親本，以配合無花青素品種之育種工作。

兩性株爲將 67 年3月～10月及 68 年2月～6月間，自高屏地區之新園、林園、麟洛、潮寮及鳳山熱帶園藝試驗分所等分別選獲之植株，分別植於素燒盆中。所有供試材料，均放置於鳳山熱帶園藝試驗分所之玻璃網室中，供雜交及染色體觀察之用。雜交工作均在網室中進行，採人工授粉法。雜交分二次進行，第一次於 67 年3月間進行，6月中旬播種，8月 15 日移植；第二次於 68 年4 月

1.臺灣省農業試驗所研究報告第1030 號。本試驗承臺灣區洋菇、蘆筍試驗研究審議小組資助，國科會獎助，謹此誌謝。

2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所副研究員及研究員兼分所長。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

25 日～7 月 10 日及 9 月 5 日～10 日間舉行，並分別於 7 月 1 日～8 月 6 日及 11 月 5 日～6 日間採收種子。供當代或次一代含花青素之有無、性別及染色體觀察之用。

染色體之觀察[4]，以根端體細胞行染色體數之鑑定與形態分析。其法爲取細胞分裂最盛之根端 5～6mm，置於 0.002M 之 8-Oxyquinoline 溶液中，於 18～20°C 之恆溫，作二小時之前處理；用 Carnoy's 液固定之；以 1N-HCl 60°C 之恆溫下，行加水分解 6 分鐘後；置於 Feülgen液中，直至根端漸次變成紫紅色時，即可鏡檢。行鏡檢觀察時，再以 aceto-carmine 重複染色，用壓碎法製片觀察。取新鮮而不經固定之 PMC，以 aceto-carmine 染色，行減數分裂之觀察。

結 果 與 討 論

一、蘆筍染色體之形態

蘆筍染色體數 2n=20, n=10，經鏡檢觀察之結果爲 6 長 4 短，以大型者爲 L，小型者爲 S，則其簡單標準核型爲 6L+4S。按染色體之全長長短，依次分類爲 $L_1(4.0\mu)$, $L_2(3.8\mu)$, $L_3(3.7\mu)$, $L_4(3.5\mu)$, $L_5(3.2\mu)$, $S_1(2.4\mu)$, $S_2(2.3\mu)$, $S_3(2.2\mu)$, $S_4(2.1\mu)$ 及 $L_6(3.5\mu)$。染色體之特徵，長度及縊縮情形等詳如圖 1 及表 1。

表1. 蘆 筍 之 核 型

Table 1. Chromosome Karyotype of *Asparagus officinalis* L.

染色體數 Chromosome No. (2n)	染色體長度 Chromosome length (μ)										附隨體 Satellite chromosome	平均總長度 Total mean length of diploid chromosomal complement (μ)
	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6^a	S_1	S_2	S_3	S_4		
12L+8S =20	0.5+3.5 =4.0	0.7+3.1 =3.8	0.8+2.9 =3.7	0.9+2.6 =3.5	0.8+2.4 =3.2	1.0+2.5 =3.5	1.0+1.4 =2.4	1.0+1.3 =2.3	1.0+1.2 =2.2	1.0+1.1 =2.1	$2L_6=2$	61.4

a. Presumably the sex-chromosome.

如上之結果得知：

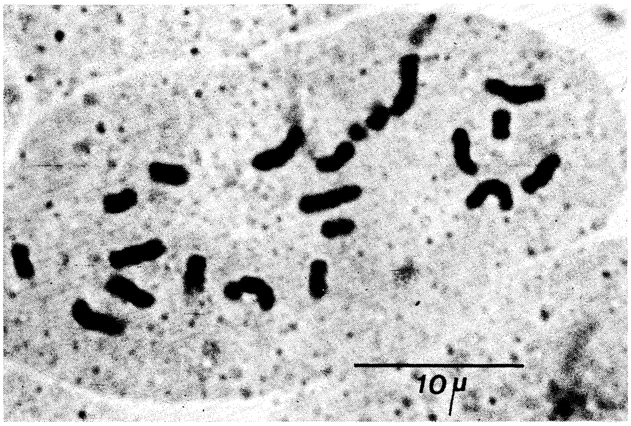
(一) 染色體之核型可以下式表示之，

$$K=2n=20=2L_1^{st}+2L_2^{st}+2L_3^{st}+2L_4^{st}+2L_5^{st}+2L_6^{st}+2S_1^{m}+2S_2^{m}+2S_3^{m}+2S_4^{m}=61.4\mu$$

(圖 2)。

從本試驗材料之前處理與染色方法，發現四對小型染色體均在其中部或近於中部位置上 (m) 有初級縊縮，而六對大型染色體除在其次級端部位置上 (st) 均有初級縊縮外，在其長臂 (long arm) 上則可觀察到第二次縊縮現象。全體染色體之長短變化，呈雙峰 (bimodal) 的排列形式[10]。

(二) 六對大型染色體中，顯然的 L_1 之短臂 (short arm) 最短而全長爲最長，L_5 短臂雖與 L_2, L_3 及 L_4 相近，但全長最短。L_2, L_3, L_4 及 L_6 之核型雖甚相似，但詳細測量之結果，其長度仍有差異，尤其是 L_6 與L_4 幾乎同長，但在 L_6 之長臂端部上具有附隨體，經初步觀察結果，假定爲性染色體——可能與 Reimann-P.[7] & Zilm[11] 之第十對染色體相同，然此 L_6 染色體之行動及在不同因子型上之差異，有進一步探討與研究之必要。小型染色體之外觀形態，均很相似屬 Median 型，但經詳細測量結果，彼此間均有些微差異，即 S_1 染色體全長最長而依次 S_4 全長最短。



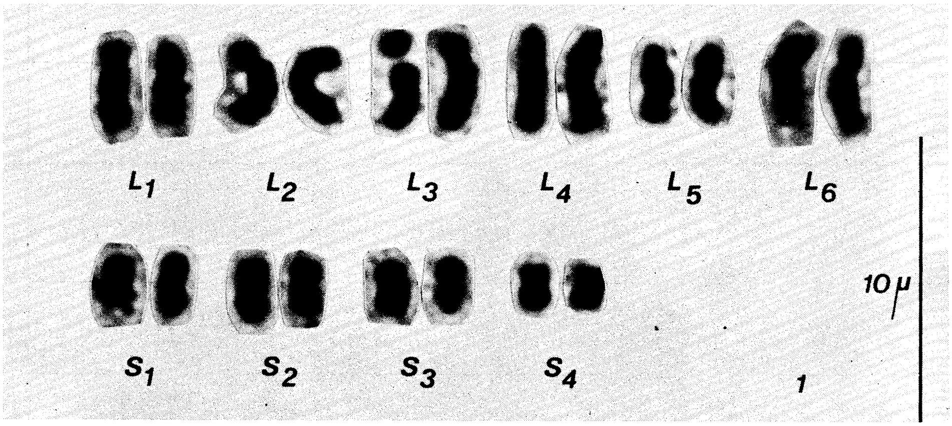


圖 1. 蘆筍染色體及核型

Fig. 1. Photomicrographs of Somatic Metaphase Chromosomes in *Asparagus officinalis* L. (2n=20), line represents 10μ.

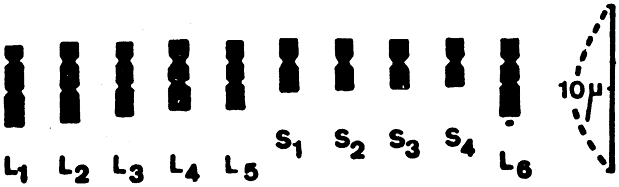


圖 2. 蘆筍核型之圖式

Fig. 2. Idiogram of Chromosome Karyotype of *Asparagus officinalis* L. (n=10), line represents 10μ.

二、減數分裂之觀察

從本試驗之觀察結果，多數蘆筍之雄性植株，在減數分裂中期（M_I），均呈現 10 對二價染色體之正常配對；後期亦呈 10：10 正常之分離現象（圖8）。又將兩性植株 SH69-1-2（在自然情形下，曾結種子，但經選拔移植網室後，行雜交與自交均尚未獲得種子）之 PMC 之染色體行動（chromosome behavior）觀察結果如表2所示。在移動期（Diakinesis）觀察之 117 個細胞均呈 10_{II} 及有一個核仁（圖6）。於第一分裂中期觀察 252 個細胞中，有 243 個呈 10_{II} 之配對（圖5），而呈現 $9_{II}+2_I$（圖4）之配對者，僅有9個細胞。於第一分裂後期觀察之 176 個細胞中，其絕大部分細胞均呈正常分離（圖8），僅2個細胞具染色體橋（圖7）。此種現象可能由於染色體之延遲分裂或染色體構造差異所引起。

Furusato[6] 氏曾將蘆筍之 10 對體染色體分爲三羣：(1)四對小型染色體中，2 對屬 Median 另2對屬 Submedian；(2)四對中間型染色體中，2對屬 Median，另2對屬 Submedian；(3)2 對大型染色體均具有附隨體屬 Submedian；無性染色體之報告或假設。又 Reimann-Philipp[7] 等氏將蘆筍染色體按機會排列分爲 10 型，其後 Zilm[11] 氏再依其原來之分類順序，重新按其全長長短排列之，並假定具有附隨體之第 10 對染色體爲性染色體，但減數分裂之觀察，並無切確之證實。從本研究之初步調查結果顯示，L_6 爲 SAT— 染色體，其形態上雖與 L_4 頗爲相似，但仍有差異。此種差異，亦無法在其成熟分裂過程中加以證明，僅能觀察出6對大型與4對小型染色體之配對及其相同染色體間之交叉結（chiasma）位置之情形。因之，不同性別間之雜交（尤其是以兩性株爲母本之交配工作）及其染色體形態與行動之觀察，有待進一步之探討與研究。

表 2. 兩性株 SH69-1-2 染色體之行動

Table 2. Meiotic behavior of a bisexual SH69-1-2 plant

類型／特性 Types/Characters		觀察細胞數 No. of PMCs observed	百分率 Percentage (%)
移動期 Diakinesis	10_{II} (with nucleolus)	117	100.0
第一中期 Metaphase I	10_{II}	243	96.4
	$9_{II}+2_I$	9	3.6
	Total	252	
第一後期 Anaphase I	Irregular with one bridge	2	1.1
	Regular	174	98.9
	Total	176	

三、雜交結果

爲求上述試驗之進行，行各種不同性別品系（品種）間之雜交組合。爲配合無花青素品種（系）之育成，雜交親本以 Connover's Colossal 品種爲主，分述於下。

（一）67年 Connover's Colossal 雜交與 F_1 代之調查

從無花青素母本之自然授粉，得兩品系之後代，即（78-A）與（78-B）。調查其性別，有無花青素植株之比、及其染色體數與花粉稔性之關係，如表3所示。可知，F_1 代之♀：☿：♂＝5.2：1：6.2，其中兩性株中有三株花柱之長短與柱頭之開裂，似受開花期氣候溫度之影響；含與不含花青素植株之比爲 1：1.4，可爲次代育成無花青素品種之用，其染色體數均爲 2n＝20，無異數體之出

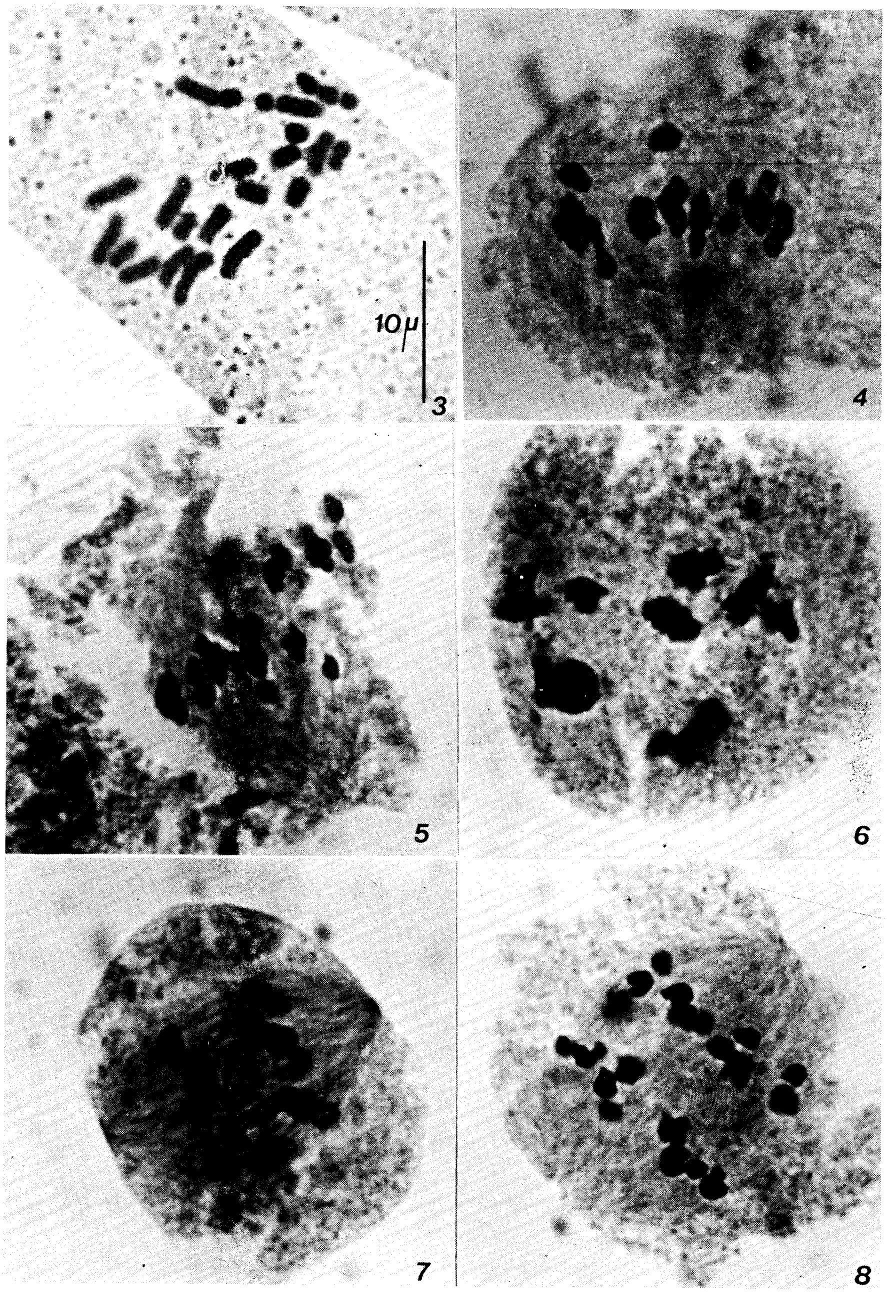


圖3～8.蘆筍植株體細胞染色體數與花粉母細胞減數分裂之情形。

圖3.體染色體數 2n=20 **Fig. 3.** Somatic chromosome showing 2n=20.

圖4.第一分裂中期$9_{II}+2_{I}$。 **Fig. 4.** Metaphase I showing $9_{II}+2_{I}$.

圖5.第一分裂中期10_{II}。 **Fig. 5.** Meiotic metaphase I showing 10_{II}.

圖6.移動期示10_{II}及核仁 **Fig. 6.** Diakinesis showing 10_{II} with nucleolus.

圖7.第一分裂後期示染色分體橋。 **Fig. 7.** Anaphase I showing the chromatid bridge.

圖8.分裂後期示染色體之正常分離情形。 **Fig. 8.** Anaphase I showing the normal separation.

現，且花粉稔性甚高，在 95～99 %之間，平均97.8 %，與 Furusato[6] 之報告蘆筍二倍體之花粉稔性 97.3%相近。

表3. Connover's Colossal F_1 代之含花青素與不含花青素、性別比（♀，☿，♂）及花粉稔性

Table 3. Sex ratio, anthocyanin-containing & anthocyanin-free ratio, and pollen fertility in the F_1 plants of Connover's Colossal cultivar

品系 line	調查項目 Item	花青素 Anthocyanin 白 -free	花青素 Anthocyanin 紫 -containing	性別 Sex ♀	性別 Sex ☿	性別 Sex ♂	花粉稔性 Pollen fertility 平均 Average (%)	花粉稔性 Pollen fertility 範圍 Range (%)	染色體數 Chromosome number (2n)
78-A	10	1	1	4	1	5	97.8	97—99	20
78-B	61	1.44	1	5.75	1	6.5	97.8	95—99	20

（二）68年雜交之結果

爲確實了解蘆筍性別間與花青素的遺傳，以及便於細胞遺傳學之研究，而行雜交如表 4 所示。可知，(1)☿×♂之組合，雖雜交 15 花，均沒有得到種子。另本試驗亦將所有獲選之兩性株 4 品種 10 個體，分別在網室行自交及隔離採種，均未獲得種子。 Zilm 氏[11] 曾從 2 株偏雄一雌雄同株個體分離出 XX, XY 與 YY 三種因子型後代。 故兩性株之選拔及從兩性株爲母本雜交之分離工作，仍有待加强進行。 (2) 以☿株爲父本之♀×☿雜交組合，可獲得多量種子。本組合以花器構造鑑定不同程度之兩性株[8] [9] 〔顯著者 (43-L_2) 與 (78-A), (78-B) 等 3 個體，不太顯著者 (78-B) 2 個體〕，分別交配，供調查其後代之分離情形。但此種父本花器構造之差異，經雜交結果，對母本結實率之高低，似無顯著影響。(3)以♀×♂之雜交組合，其結實率較♀×☿之組合爲高，可能是品系間與品種間交配之差異；又☿與♂性間之花粉稔性均高，在95%以上，然其間之花粉之受粉能力等情形是否受其他遺傳原因等之影響，而產生差異，有待今後重複之試驗與確認後，詳加探討。

表4. 不同性別（♀，☿，♂）品種（品系）間之雜交結果

Table 4. Result of inter-and intracultivar crosses in different sex combination

交配組合 Combination		組合數 No. of Combinations	親本花青素 Anthocyanin of parents^a	交配花數 No. of pollinating flowers	結實數 No. of fertile fruits	結實率 Percentage of fertile fruits (%)	種子數 No. of seeds obtained
♀×☿	Connover's Colossal F_1						
	1) 78-B×78-B	6	Ac×Ac	204	129	63.2	450
	2) 78-A×78-A	1	Ac×Af	15	11	73.3	46
	78-B×78-A	4	〃	66	43	65.2	144
	3) 78-B×78-B	3	Af×Ac	78	29	37.2	126
	78-A×78-B	1	〃	2	0	0	0
	4) 78-B×78-A	4	Af×Af	28	20	71.4	75
	78-A×78-A	1	〃	2	2	100	3
	Connover's Colossal F_1 × Darbonne No. 4						
	1) 78-A×43-L2	1	Ac×Ac	23	2	8.7	5
	78-B×43-L2	6	〃	169	97	57.4	292
	2) 78-B×43-L2	6	Af×Ac	63	48	76.2	153

♀×♂	Connover's Colossal F_1						
	1) 78-B×78-B	2	Ac×Ac	24	15	62.5	56
	2) 78-A×78-A	1	Ac×Af	5	3	60	15
	78-A×78-B	2	〃	18	13	72.2	64
	78-B×78-B	3	〃	62	45	72.6	178
	3) 78-B×78-A	1	Af×Ac	41	33	80.5	73
	4) 78-B×78-B	4	Af×Af	10	7	70	29
☿×♂	Connover's Colossal F_1 78-B×78-B	1	Ac×Af	15	0	0	0

a. Ac···anthocyanin-containing　Af···anthocyanin-free.

參 考 文 獻

1. 洪　立．1973．蘆筍幼苗開花習性之研究。國立臺灣大學農學院研究報告14(2)：12～23

2. 洪　立．1978．蘆筍育種——臺灣區第二屆蘆筍學術討論會試驗研究報告。國立中興大學編印：133～154。

3. 沈再發、林俊義、洪美玲 1978．蘆筍品種保留觀察及育種試驗～臺灣區第二屆蘆筍學術討論會試驗研究報告。國立中興大學編印：207～208。

4. 陳敏祥、沈再發 1980．蘆筍染色體的細胞學研究(1)蘆筍之核型與雜交(初報)。臺灣蘆筍試驗研究報告 68：22～26。

5. Franken, A. A. 1970. Sex characteristics and inheritance of sex in Asparagus (*Asparagus officinalis* L.). Euphytica 19 : 277-287.

6. Furusato, K. and M. Shimotsuma. 1960. A preliminary note on sex expression and cytological observations in induced autopolyploid *Asparagus officinalis* L. Seiken Jiho/Rep. Kihara Inst. Biol. Res. 11 : 38-42.

7. Reimann-Philipp, R., B. Zilm, and H. Eresen. 1959. Cytologische Untersuchungen Zur Identifizierung der Geschlechtschromosomen bei *Asparagus officinalis* L. in Verbindung mit der Züchtung rein männlicher Sorten. Z. Pflanzens. 42 : 295-304.

8. Rick, C. M. and G. C. Hanna. 1943. Determination of sex in *Asparagus officinalis* L. Am. J. Bot. 30 : 711-714.

9. Sneep, J. 1953. The significance of andromonoecy for the breeding of *Asparagus officinalis* L. Euphytica 2 : 89-95, 224-228.

10. Stebbins, G. L. 1971. Chromosomal evolution in higher plants Edword Annold Ltd., London. P. 96-98.

11. Zilm, B. 1966. Cytogenetic investigations on *Asparagus officinalis* L. having regard to their importance for breeding pure male and polyploid varieties. Z. Pflanzenzucht. 56 : 1-26.

Cytogenetic studies on *Asparagus officinalis* L.

I. Karyotype and hybridization of *Asparagus officinalis* L.[1]

Min-Syang Chen and Tzay-Fa Sheen[2]

Summary

1) In this study, the normal karyotype of *Asparagus officinalis* L. comprises 12 long and 8 short chromosomes (6L+4S). From the detailed measurements and karyotypic analyses, the karyotype of *A. officinalis* L. was formulated as : $K=2n=20=2L_1^{st}+2L_2^{st}+2L_3^{st}+2L_4^{st}+2L_5^{st}+2L_6^{st}+2S_1^{m}+2S_2^{m}+2S_3^{m}+2S_4^{m}=61.4\mu$ (Fig. 1, 2 & Table 1) . All of the long chromosomes have subterminal primary constrictions while all the short chromo somes have median primary constrictions. The long arms of all the long chromosomes also have secondary constriction. One particular long chromosome, i. e. L_6 (presumably the sex chromosome) have a satellite at the end of the long arm.

2) The meiotic behavior of a bisexual SH69-1-2 plant was examined. A total of 369 PMCs at metaphase was investigated, 360 cells showed 10_{II} and 9 had $9_{II}+2_{I}$. During anaphase, only 2 of 176 cells showed chromatid bridge. The possible cytological explanations was discussed.

3) Progenies of the cultivar Connover's Colossal were investigated in order to study the inheritance nature of the anthocyanin-free characteristics of *Asparagus officinalis* L.

---

1. Contribution No. 1030 From the Taiwan Agricultual Research Institute.

2. Horticulturist and Senior Holticulturist, Respectively, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung Hsien , Taiwan 830 R. O. C.

Jour. agric. Res. China (中華農業研究) 31(1) : 59~70 (1982)

Cabbage seed production in the subtropics[1]

Tzay-Fa Sheen[2]

Abstract : Low temperatures are essential for cabbage flower induction. Most cabbage varieties cannot bloom and produce seeds in the tropics because of insufficiently low temperatures. Some shallow bolting types may flower completely in the highlands but fail to produce seed during the subsequent rainy season. According to the phasic development of cruciferous crops, plants were instead planted in the highlands for first phase (Thermo-phase) development, and then transplanted to the lowlands for second phase development.

The materials used were tropical Yehsen cabbage which requires only shallow low temperatures, and the northern K-Y cross Chu-Chiou cabbage which requires a deeper degree of low temperatures. The results show that flowering and seed ripening were accelerated by warmer and dryer (or longer day) conditions after complete vernalization. Seed production is thus possible by using different altitudes in the tropics corresponding to the phasic requirements of cabbage.

Seed production of cabbage in the tropics and subtropics is difficult because of insufficient winter chilling to promote flower development. Most cabbage varieties in Taiwan remain in the vegetative stage throughout the winter season. The local cv. Yehsen cabbage (shallow bolting type) does not require as low a temperature as other cabbage varieties to induce flowering and therefore can produce seed in the lowland subtropics. Insufficient low temperatures, however, induce only incomplete flowering, and thus seed yields differ from year to year and are much lower than those obtained in temperate regions. At high elevations, the winter chilling is sufficient to attain complete flowering, but the cabbage grows much slower and therefore flowers into the rainy season. Heavy rains prevent flower pollination, and the cabbage then rots [11].

Most seed-vernalizing and green-plant vernalizing cruciferae require long days and warm temperatures for bolting and flowering after vernalization [3,17,19]. Seed maturation also requires dry conditions. The southern and southwestern coastal areas of Taiwan have warm temperatures and a low relative humidity in the winter season. These conditions can be favorable for bolting and ripening seeds of cabbage after vernalization. The

---

1. Contribution No. 1031 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This study was financially supported by Council for Agricultural Planning and Development.

2. Senior Horticulturist and Director, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung Hsien, Taiwan 830. ROC.

purposes of this experiment were to determine the optimal planting time for Yehsen cabbage seed production at Taiwan Seed Sevice (500m above sea level), and for completely vernalized plants transplanted in the southern and southwestern coastal areas. Timing for seed production of those varieties requiring lower temperatures and longer periods was also evaluated with crops planted first in highland areas and then transplanted to lowland areas. The results may provide some guidelines for cabbage seed production in the tropics and subtropics.

Materials and Methods

a. Yehsen cabbage sown at different times

Seeds were sown in seedling flats at Taiwan Seed Service (500m above sea level) on September 24, October 13 and November 1, 1975. One-month-old seedlings were transplanted to the field. Plants were observed for day-to-first-flower, and the number of leaves and stem diameter at flowering. If the plants did not bolt, after wintering, their heads were intersected to let them bolt. Seed yield, 1000-seed weight, seed number per milliliter, and seed germination rate were investigated after seed harvest.

b. Transplanting Yehsen cabbage to southern and southwestern coastal areas after vernalization.

Seeds were sown in seedling flats on September 28, and then transplanted on October 24, 1975 at TSS. After heading, the heads were cut on January 21, 1976 and then transferred to An-nan in Tainan city, Yen-shui of Tainan county, Hu-wei of Yun-lin county, and the experimental farm of TSS (Taichung county) to evaluate the potential for seed production in these areas. Days-to-harvesting and seed quality were observed.

c. Seed production methods for K-Y cross Chu-Chiou cabbage after vernalization

Seeds were sown at the Wu-lin Farm (1,700m above sea level) and at the lowland Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station (FTHES) on June 15 and September 15, 1976 respectively. Plants at the Wu-lin farm were vernalized for a certain period and then transplanted to FTHES on November 18, 1976. Both treatments were observed for flowering and seed production efficiency.

d. Transplant timing for K-Y cross Chu-Chiouc abbage

Cabbage seeds were sown at Wu-lin Farm on June 20, 1977. Headed plants were harvested in the middle of October and then left in the field for natural vernalization. The stems were then transplanted to the FTHES experimental farm on November 1 and December 8, 1977, and January 12. 1978 for flowering and seed production. To compare the seed-to-seed and headed plant-to-seed methods of seed production, seeds were sown on September 22, 1977 at the FTHES experimental farm. One-month-old seedlings were transplanted to the Wu-lin Farm on November 3 for vernalization, and those plants which did not form heads were returned to FTHES on December 20 for evaluation on flowering and seed production.

Results and Discussion

A. Seed production of Yehsen cabbage sown at different times

Plants sown on September 24, 1975 headed completely, whereas plants sown on the plater dates headed only partially. Leaf number and stem size at flowering are shown in Table 1. The average leaf number and stem size of the first planting were greater than

Table 1. Flowering behavior of Yehsen cabbage under different sowing dates

Sowing date	Date of flowering[a]	Days from sowing to flowering	No. of leaves at flowering	Size of stem at flowering (cm)
9/24	2/26	182	51.75	2.98
10/13	2/28	151	36.00	2.63
11/1	3/20	140	32.00	2.19

a. Date on which half of the plants had flowered.

those of the later planting dates. Plants of the first and second plantings flowered respectively on February 26 and 28, 1976, and the third planting flowered on March 20, 1976. Plants of the second sowing had the highest seed yield, bearing large-sized seeds and plants of the third sowing had the lowest seed yield (Table 2). Both 1000-seed weight and seed germination rates followed the same pattern as seed yield.

Table 2. Sowing time and quantity and quality of Yehsen cabbage seed

Sowing date	Seed yield[a] (g/plant)	1000-seed weight (g)	No. of seed/ml	Germination rate (%)
9/24	21.4	4.05	162.3	87.8
10/13	29.03	4.50	159.0	88.5
11/1	14.03	3.20	210.5	83.2

a. Average of 20 plants

Commercial cabbage seed production in the temperate regions usually does not progress through head formation, whereas in the tropics and subtropics, plants remain vegetative because of insufficiently low temperatures. Even plants planted at TSS in the low temperatures of average 14.8°C late winter or early pring had to head to seed normally. Therefore, seed to seed methods cannot be employed as in the temperate regions. However, cabbage heads were cut and used for seed production. Axillary buds were used to prevent pest infestation. Plants of the first sowing were larger and had a greater soft-rot infestation rate at the time of cutting than the other two sowings. Average seed production was thus lower. Plants of the third sowing did not flower until March 20, and as a result of gradually increasing temperatures and the approaching rainy season, seed production was the lowest among the three treatments.

B. Yehsen cabbage seed production at different southern and southwestern coastal locations after vernalization

Plants transplanted at An-nan, Yen-shui and Hu-wei began flowering in February

and were comparable with those plants remaining at TSS. During the flowering period, the average temperature and relative humidity at An-nan were 19.5°C, 72% ; Yen-shui 18.6°C, 78% ; Hu-wei 17.9°C, 72%, Taiwan Seed Service 16.9°C, 81.1%, respectively (Table 3, Fig. 1, 2).

Table 3. Climate data from different seed production areas

Areas and locations	Weather variable[a]	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Taiwan Seed	M. T. (°C)	14.2	15.3	18.5	21.9	25.3	25.4	26.5	25.2	25.2	22.7	19.6	16.6
Service	T. P. (mm)	23.8	81.4	98.4	109	222	430	299	295	237	42.8	24.3	20.9
(Taichung county)	T. S. (hr)	92.5	93.4	102	100	103	96.0	94.2	86.4	93.6	100	138	116
Hu-wei	M. T. (°C)	15.5	16.3	19.4	22.4	24.9	26.8	28.0	27.2	26.4	23.5	19.9	17.6
(Yun-lin	T. P. (mm)	35.9	23.3	50.0	44.7	198	214	190	311	45.2	11.4	17.3	12.7
county)	T. S. (hr)	158	132	133	139	133	174	216	135	167	184	138	177
Yen-shui (Tainan	M. T. (°C)	16.1	16.8	20.3	23.8	25.3	27.8	29.3	28.9	28.8	25.1	21.6	18.1
county)	T. P. (mm)	34.6	12.2	34.3	43.6	153	242	266	331	32.3	10.1	8.3	5.7
An-nan	M. T. (°C)	16.9	17.9	21.0	23.7	25.4	27.5	27.9	27.3	26.9	24.7	20.9	18.9
(Tainan	T. P. (mm)	20.7	10.9	22.4	52.6	177	442	340	348	74.2	17.5	21.9	3.9
city)	T. S. (hr)	155	148	164	154	137	166	177	150	159	183	151	154
Fengshan	M. T. (°C)	18.3	19.3	21.6	24.8	27.4	28.3	28.9	28.6	28.1	26.4	23.5	20.3
(Kaohsiung	T. P. (mm)	21.9	16.7	35.1	44.6	154	394	308	337	190	60.8	9.1	9.8
county)	T. S. (hr)	170	155	165	193	178	379	200	159	155	172	142	171
Lishan	M. T. (°C)	7.55	9.13	12.3	14.9	17	18.8	19.6	18.7	17.2	14.3	11.6	9.3
	T. P. (mm)	79.9	86.2	138	108	240	181	96.5	397	102	124	54.7	56.9

a. M. T. : mean temperature, T. P. : total precipitation, T. S. : total sunshine.

Seeds were harvested at the end of April for those plants transplanted in southern and southwestern coastal areas. Plants transplanted at Hu-wei, Yen-shui and An-nan of coastal areas had higher seed yields, 1,000-seed weights and large-sized seeds compared with those plants remaining at TSS (Table 4).

The 1,000-seed weight and number of seeds/ml of the seed harvested from the coastal areas compare with that of imported seed. The results indicate that relatively dry weather has a great influence on seed quality.

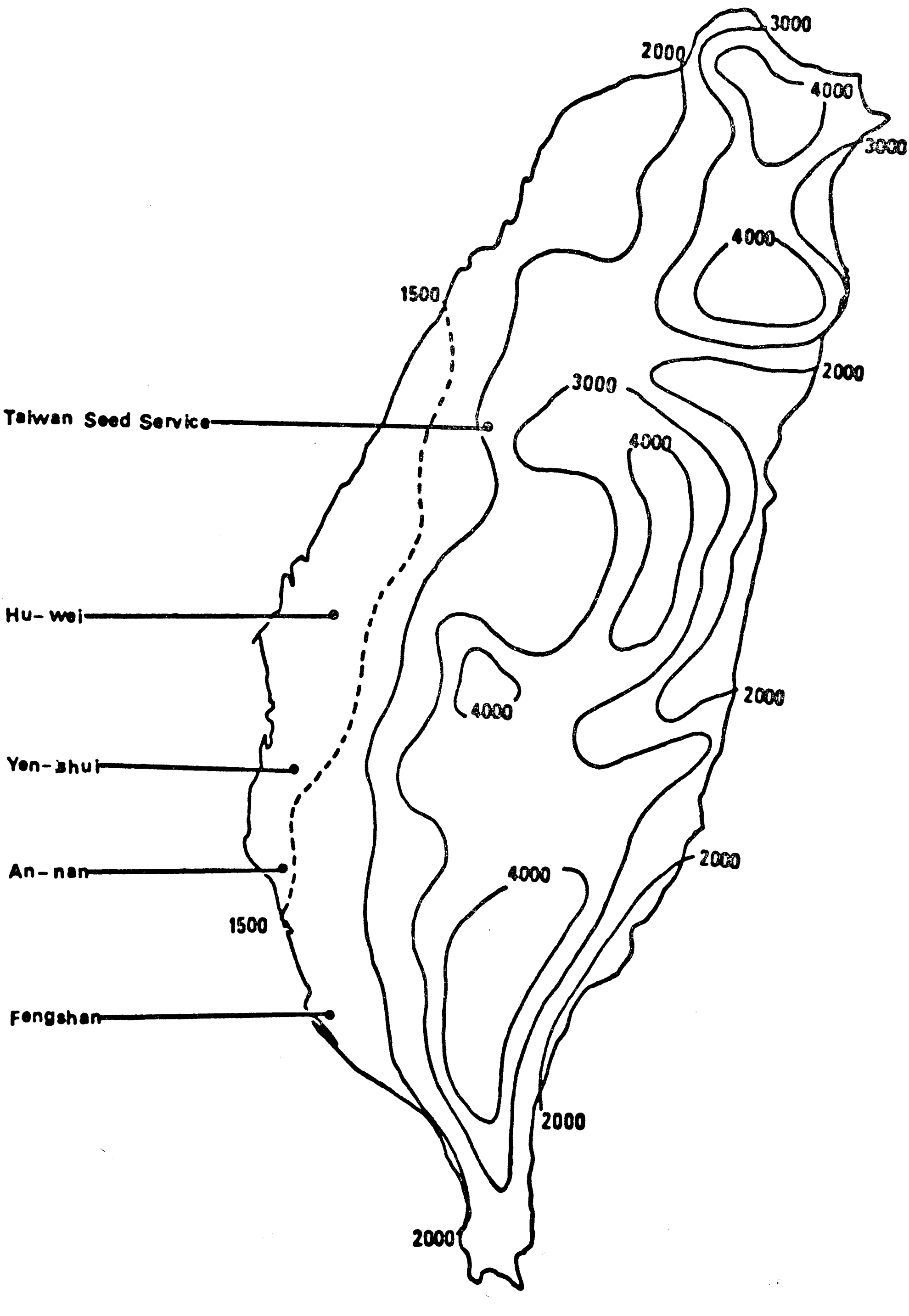


Fig. 1. Annual total precipitation (mm) in different of Taiwan

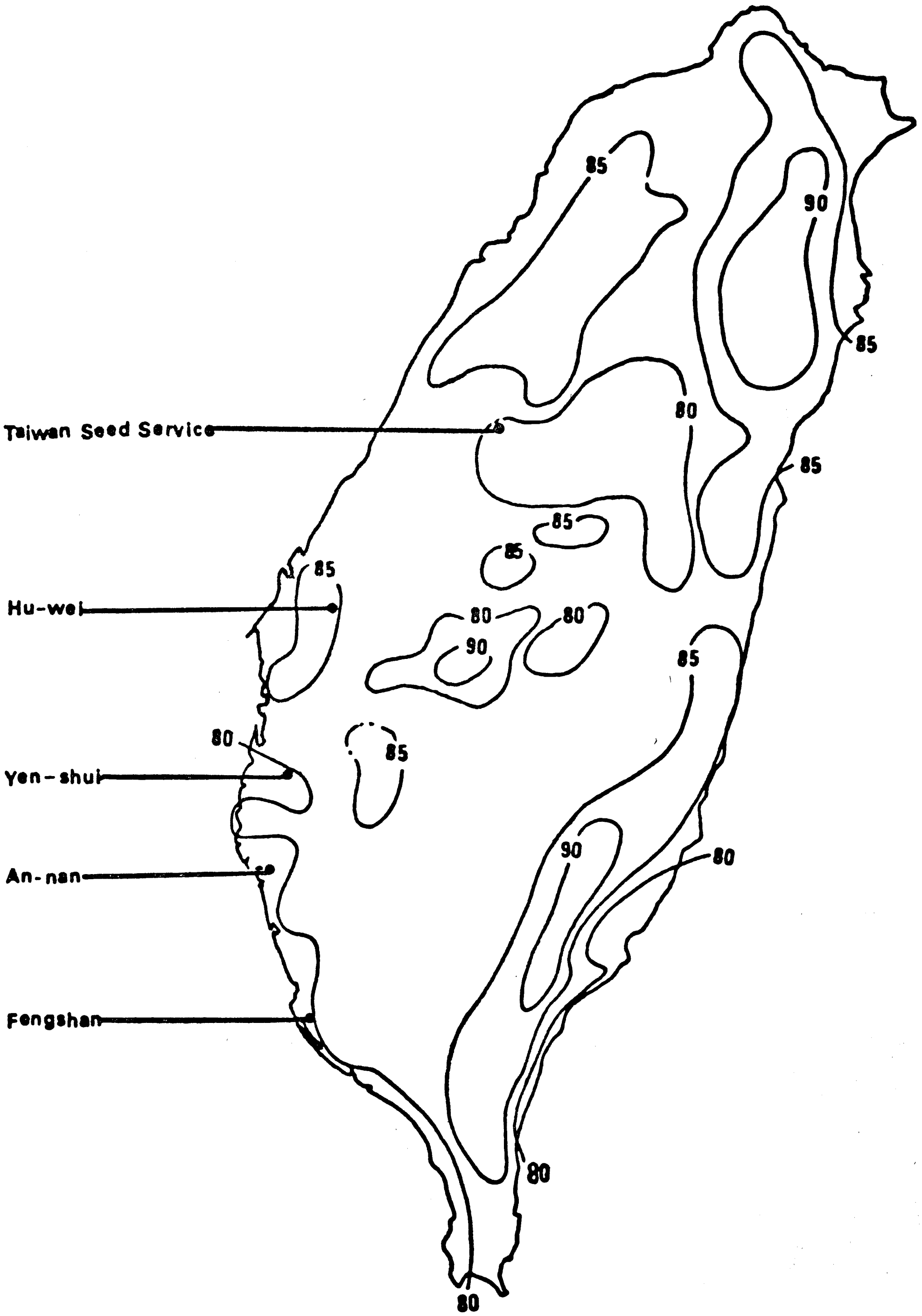


Fig. 2. Annual mean relative humidity (%) in different areas of Taiwan

Table 4. Quantity and quality of Yehsen cabbage seed produced in different areas

Production area	Date of seed harvest	1000-seed weight (g)	No. of seed/ml	Germination rate (%)
An-nan	4/26	4.29	160.5	95.2
Yen-shui	5/1	4.23	155.6	95.0
Hu-wei	4/30	4.43	158.8	94.2
Taiwan Seed Service	4/25	2.85	234.0	89.3

C. Seed production methods for K-Y cross Chu-Chiou cabbage after vernalization

K-Y cross Chu-Chiou cabbage does not flower when planted in southern Taiwan. In this experiment, plants sown in the middle of September at FTHES and cut out the head on December 24 still did not flower until the following March. On the other hand, plants grown in the highlands, heads harvested in October, and transplanted at FTHES in November, began flowering on December 18 and completed flowering on January 28. Seeds were harvested on March 15(Table 5). Seed qualities such as 1,000-seed weight and seed number per milliliter did not differ from those of imported seed.

Table 5. Seed production method and the quantity and quality of K-Y cross Chu-Chiou cabbage seed.

Seed Production method	Date[a] of flowering	Date of seed harvest	1000-seed weight (g)	No. of seed/ml	Seed[b] yield (g/plant)
Transplanted to lowland after vernalization in highland	12/18	3/15	5.45	112.5	18.8
Planted in lowland	—	—	—	—	—

a. Data on which half of the plant had flowered

b. Average of 20 plants

After plants were transplanted to the lowlands, warm and dry condition of the southern parts of Taiwan were favorable for accelerating flowering and seed ripening after vernalization. Average temperatures in December, January and February were 20. 3, 18.3 and 19.3°C respectively, mean relative humidity was less than 80% and daylengths were long. Seeds were harvested before the rainy season. Seed harvesting for Yehsen cabbage planted at TSS is done normally at the end of April. By vernalizing headed plants in the highlands and then transplanting to the lowlands for seed production, seeds can be harvested up to one and one half months earlier than is possible using traditional production methods.

D. Transplant timing for K-Y cross Chu-Chiou cabbage

Different transplanting dates significantly influenced flowering time. Plants which vernalized perfectly demonstrated earlier or quicker flowering. Headed vernalized plants of the first transplanting (November 1) flowered after 30 days. Plants of the second (December 8) and third (January 12) transplantings flowered after 12 and 8 days respectively (Table 6). It appears that perfect vernalization accelerated bolting and flowering. Imperfectly vernalized plants from the first transplanting showed imperfect bolting and flowering. 1,000-seed weight and seed yield per plant from the first transplanting were the lowest among the four treatments. Plants from the second transplanting flowered perfectly, bearing large-sized seeds and producing high seed yields. Although plants from the third transplanting flowered perfectly, their longer bracts sustained more injuries during transport, resulting in small seed size and low seed yields. The non-heading, vernalized plants also had low 1,000-seed weight, low seed yield per plant and small-size seed. The results, however, indicate that complete vernalization in the highlands may lead to normal flowering and seed production when plants are transplanted to the lowlands. Early to mid-December appeared to be the optimal time for transplanting.

Table 6. Date of lowland transplanting and the quantity of cabbage seed after high altitude vernalization.

Date of transplanting from highland to lowland	Date[a] of flowering	Date of seed harvest	1000-seed weight (g)	No. of seed/ml	Seed[b] yield (g/plant)	Remarks
11/1	11/30	3/3	3.71	169.5	7.50	headed plant to seed
12/8	12/20	3/15	5.56	106.4	17.00	
1/12	1/20	3/27	4.65	129.7	8.56	
12/20	1/20	4/25	4.21	147.1	7.50	seed to seed

a. Date on which half of the plants had flowered

b. Average of 20 plants

Bowswell[2] and Miller[15] found that cabbage flowered when it over-wintered at the seedling stage in which the stem diameter was greater than 6mm. They also found that flowering was accelerated by high temperature conditions after vernalization. Watanabe[21] pointed out that there were varietal differences in the sensitivity of seedlings to low temperature treatments. Sugiyama[19], Eguchi and Koide[3] and Shinohara[17] evaluated Chinese cabbage and radish under different sowing times and concluded that the later the sowing time which still allowed for complete vernalization, the fewer the number of days to bolting. Their experiments showed that bolting and flowering after vernalization were accelerated by long day and high temperature conditions.

Based on Lysenko-Whyte's phasic development theory, Shinohara[17] illustrated the phasic development of several cruciferous crops. Cabbage is a green plant vernalization type, The lengths of the first phase(thermophase) and second phase (photophase) were shown

to vary with different cabbage varieties. In this experiment, different cabbage varieties were vernalized at different altitudes in order to complete perfectly the development of the first phase. After satisfactory exposure to low temperatures for vernalization, the plants were transplanted to the warmer and longer day conditions of the lowlands to accelerate the second phase development. From December to February, mean temperatures range from 18° C to 20°C and relative humidity is the lowest of the year (less than 80%) in southern Taiwan. These are good conditions for bolting and seed production. The method of transferring plants to favorable environmental conditions to adjust the development of the first and second phases, with its resulting smooth vernalization and flowering , appears ideal for cabbage seed production in the tropics and subtropics.

Perfect vernalization not only accelerated bolting and flowering, but also promoted complete seed setting [17,21]. The problems of cabbage seed production in the tropics and subtropics were insufficiently low temperaturer in the first phase and rain in the second phase. Thus, considering the varied conditions required for vernalization, flowering and seed ripening the date when plants are transplanted from the highlands to the lowlands is crucial to the success of seed production. The experimental results present several different modes of cabbage seed production in the subtropics (Fig. 3). Modes I and II are produced in the lowland. Insufficiently low temperatures were problems for both

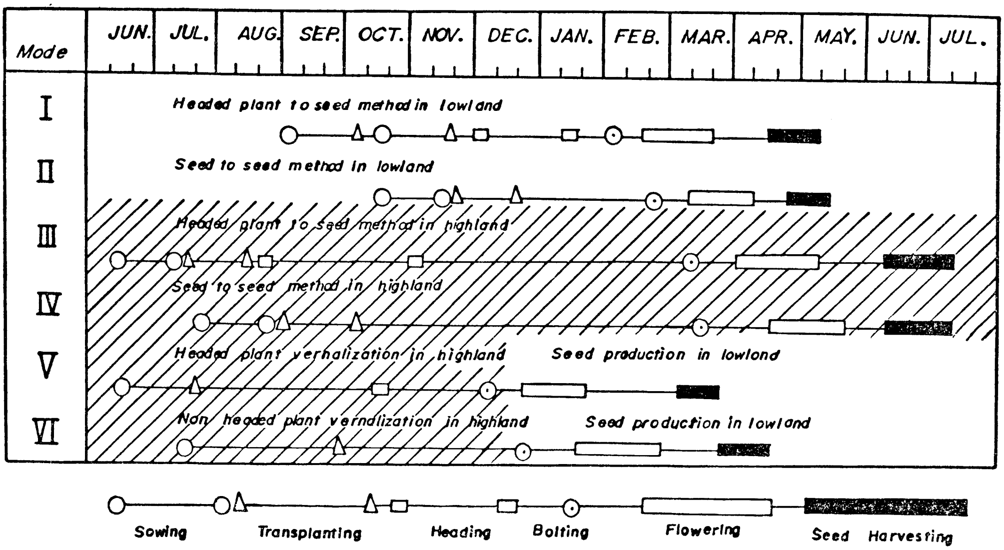


Fig. 3. Modes of cabbage seed produceion in the subtropics

the headed plant-to-seed and seed-to-seed methods and resulted in unstable seed yields. Furthermore, in the lowland, the choice of variety for seed production was limited to shallow bolting types such as cv. Yehsen. Both headed-plant-to-seed and seed-to-seed plants in modes III and IV were flowering during the rainy season. The low temperature conditions were sufficient for the first phase to develope completely, but flowering during the rainy season increased problems with pollination, soft-rot and sclerotinia

rot resulting in failed seed production[11]. The first phase of Modes V and VI developed under low temperatures and the second phase was completed under warmer and dryer conditions. Although the results from mode VI were not as good compared with those of mode V, further study on the exact seedling stage, duration of vernalization and transplanting time for the seed-to-seed method is required.

Literature cited

1. Ashizawa, M. and M. Yamato. 1965. Seed stalk development in cabbage varieties with seed growing. Kyushu Agri. Research 27 : 241-244.
2. Boswell, V. R. 1929. Studies of premature flower formation in wintered-over cabbage. Maryland ta. Bull. 313 : 69-145.
3. Eguchi, T. and M. Koide. 1944. On the time of flower bud differentiation related to sowing-time and the effect of vernalization in *Raphnus* and *Brassica* vegetables. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 15(1) : 1-27. (In Japanese with English summary).
4. Eguchi, T. and K. Kagawa. 1955a. studies on the seed production in cabbage. I. On the differentiation and development of terminal flower buds in cabbage. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Jap. , Ser. E4: 217-264. (In Japanese with English summary)
5. Eguchi, T. and K. Kagawa. 1955b. Studies on the seed production in cabbage. II. on the differentiation and development of axillary flower buds in cabbage. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Jap. , Ser. E4 : 225-232.
6. Eguchi, T. 1960. Influence of Nitrogenous fertilizer applied at different stages of growth on seed production in cabbage and Chinese cabbage. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 7 6 : 425-435.
7. Ito, H. and T. Saito. 1961. Time and temperature factors for the flower formation in cabbage. Tohoku J. Agr. Res. 12(4) : 297-316.
8. Ito, H. and T. Saito. 1966. Time and temperature factors for the flower formation in cabbage. Tohoku J. Agr. Res. 17(1) : 1-13.
9. Iwama, S. and M. Serizawa. 1953. Ecological studies of vegetables at different altitudes. IV. Ecological behavior of spring-sown Chinese cabbage. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 22 : 87-94.
10. Kuo, W. S. 1978. The study on agricuture-climate division in Taiwan. Certral Weather Bureau. 1-170.
11. Lee, P. N. 1966. High altitude vegetable in Taiwan. Taiwan Bank Research Ser. 81 : 245-273. (In Chinese)
12. Lee, P. N. and C. W. Shen. 1961. Test on the seed production of Kimmen Early Kohlrabi. Agri. Res. 10(2) : 16-24. (In Chinese)
13. Lysenko, T. D. 1932. Fundamental results of research on vernalization of agricultural plants. Bull. Jarov. 4 : 1-57.
14. Lysenko, T. D. 1935. The theoretical principles of vernalization. Agrobiology 9-64.
15. Miller, J. C. 1929. A Studies of some factors affecting seed-stalk development in cabbage. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 488 : 1-46.
16. Nakamura, E. 1961. Seed vernalization of the cabbage. I. Effect of seed vernalization on the flowering in cabbage. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 30(1) : 57-62. (In Japanese with English summary).
17. Shinohara, S. 1959. Genecological studies on the phasic development of flowering centering on the cruciferous crops, especially on the role of vernalization on ripening seeds. Shizuoka prefecture agri. Exp. Sta. Japan. Technical Bulletin 6 : 1-166.

18. Shinohara, S. 1977. Vegetable seed production method in tropical and subtropical countries. International cooperation Enterpress Co. Tokyo, Japan. P. 1-11.

19. Sugiyama, N. 1942. Varietal difference of bolting behavior of radish and *Brassicas*. Agri. and Hort. 17(1) : 1453-1455. (In Japanese).

20. Suzuki, Y. 1972. Studies on vernalization in some cole and root vegetables, especially on the transition of low temperature sensitivity and the metabolic change during vernalization. Fac. Agr. Tokyo Uni. of Eduction 18 : 27-92. (In Japanese with English summary).

21. Watanabe, S. 1954. Ecological study and classfication of cabbage varieties and breeding of varieties for summer use. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Jap. Ser. E. 3 : 1-111. (In Japanese with English summary).

22. Whyte, R. O. 1943. History of research in vernalization. Vernalization and Photoperiodism. Bot. Chr. 1-38.

23. Yamasaki, K. 1956. Thermostage for the green plant of Chinese cabbage grown in spring. Bull. Takai Kinki Agri. Exp. Sta. 3 : 31-47. (In Japanese with English summary).

亞熱帶地區之甘藍種子生產

沈 再 發[2]

摘 要

甘藍之開花需有足够的低溫，在熱帶地區大部份甘藍品種因低溫不足而不能開花採種。一些低溫要求較淺的品種雖可在高海拔地區開花， 但花期逢雨季，致結種子困難。依十字花科蔬菜開花之相的發育 (phasic development)，可在較高海拔地使其完成第一相 (感溫相) 之發育，然後移植於平地行第二相 (感光相) 之發育。

以低溫要求較淺之熱帶型葉深甘藍和低溫要求較深之北方型初秋甘藍爲材料。於高冷地春化後再移植於平地，利用其溫暖乾燥的條件促進開花和種子的成熟。因此，依甘藍開花相的發育需要，在熱帶地區可利用不同之海拔行採種。

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1031 號。本研究承農業發展委員會補助經費。

2. 本所研究員兼鳳山熱帶園藝試驗分所分所長。臺灣省高雄縣鳳山市。

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 31(2):71～88 (1982)

紅壤稻田生產力改進試驗[1]

李 子 純[2]

摘要：爲尋求提高紅壤生產力進一步改進之可能方法，以採自桃園縣楊梅鎮之低產紅壤及另一採自桃園縣新屋鄉之產量較高的紅壤母質冲積土與一採自屏東縣內埔鄉之酸性粘板岩冲積土（對照用）共三種酸性土壤在溫室盆栽水稻。處理共分三類，即：1.改良土壤物理性及肥力者（內含六處理，爲施用稻草，或穀殼，或加施矽礦滓或石灰者）。2.改進土壤微量要素狀況（內分六處理，即分別施用 B, Cu, Mn, Mo, Zn 及全部施用者）及 3.抑制土壤鐵、鋁毒害（內分施用二氧化錳、白雲石粉及排水等）合計十七處理，重複三次。盆栽試驗自 68 年二期作開始，至 69 年二期作止，共進行三作，所用土壤未曾換新，即同一土壤連續種植水稻三作，但第三作爲除效試驗，各處理除三要素肥料外，其他不施。

本試驗三作水稻產量顯示增加紅壤水田生產力的最佳處理爲施用稻草或穀殼，兩者中又以前者（增產 16—23%）效果優於後者（增產 5—35%）。當施用稻草或穀殼時如再同時施用矽礦滓或石灰，產量並不能再行提高。

植物分析結果顯示稻草或穀殼的施用所導致的最明顯差別爲植物含鉀及矽酸量的增加：施用稻草（5 t/ha）使紅壤中生長的稻藁含鉀量增加 19%；施用穀殼（10 t/ha）使其矽酸含量增加 72%。紅壤中所含鉀及矽酸本偏低，補充此二要素對水稻生長當有幫助，而統計分析結果也顯示水稻產量與稻藁中矽，鉀含量有顯著正相關關係。但由施用稻草或穀殼又再加施矽礦滓時，稻藁內鉀或矽酸含量雖更提高(矽酸含量由 4.5—6.7%提高爲 5.6—7.3%，仍屬偏低)水稻產量却未因之相對增加，知稻草或穀殼對水稻之效果並非完全在此。又由產量構成要素知此二處理增產之主要因素爲每穗稔實粒數的提高。則稻草或穀殼的施用除能補足此二要素外，或更能促進土壤微生物的活動，將養分貯存於土壤，待水稻生長後期再行釋出供水稻吸收利用。

又本試驗微量要素處理中，鉬的增產效果較大，雖其效果不如施用稻草或穀殼者，但相當穩定，而且鉬的施用量少，可與肥料同時施用，簡單易行，唯此項效果需進一步證實。

紅壤（即磚紅壤）爲熱帶至亞熱帶高溫多雨氣候下長時期發育形成的土壤，其一般特性爲酸性强，有機物含量低，鹽基（如 Ca、Mg、K、Na）含量低，而鐵、鋁氧化物含量特高。且其所含植物養分如氮、磷、鉀、矽及微量要素（除鐵外）也低，土壤微生物的繁殖環境也較差[8,9]。

本省紅壤稻田面積約有五萬公頃（紅壤母質冲積土除外）[6]，約佔全省稻田總面積的八分之一，皆爲雙期田。紅壤稻田生產力向較其他土壤爲低，如能提高其產量，對糧食增產將大有助益。過去關於改良紅壤稻田生產力方面之研究，主要採取石灰[1]、磷肥[2]、含矽材料及有機材料等[3,4,5]之施用，均產生顯著效果，但仍無法大幅度提高水稻產量。本試驗擬以綜合改善土壤理化性及亘，微量營養因子之方法，探查紅壤生產潛力進一步改進之可能性。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 1032 號。本研究承國科會獎助，謹此誌謝。

2. 本所農化系副研究員，臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

試驗方法

一、試驗用土壤：

共三種，其中兩種採自桃園：一爲採自桃園縣楊梅鎮水稻產量原很低的紅壤；一爲採自桃園縣新屋鄉產量較高的紅壤母質冲積土。另一爲採自屏東縣內埔鄉的酸性粘板岩冲積土，作爲對照。

二、盆栽試驗：

本試驗在本所溫室進行，自 68 年二期作開始，共植水稻三作。每盆用土 15 公斤，每處理重複三次，所設處理如下：

1.改進土壤物理性及肥力：

（1）對照區(CK)：僅施三要素肥料， N100ppm, P_2O_5 50ppm, K_2O 80ppm（以下各處理三要素用量相同）。（2）稻草（St）：加稻草 5t/ha，每盆 30g ，將乾稻草切斷至 4—5cm 長後，混入土壤。（3）稻草＋爐渣（StSg）：加稻草及爐渣（3t/ha），每盆爐渣加入量爲 18g。（4）稻草＋石灰（StL）：加稻草及石灰 （3t/ha），每盆石灰加入量也爲 18g （用 Ca $(OH)_2$）。（5）爐渣＋穀殼（SgH）：加爐渣及穀殼（10t/ha），每盆穀殼用量爲 60g。（6）稻草＋爐渣＋穀殼（StSgH）：各項添加量如上。（7）穀殼（H）：每盆 60g 。處理（2）至（7）均於插秧前一個月將稻草或穀殼等加入後開始浸水。

2.改進土壤微量要素狀況：

（8）硼（B）：施硼砂 Borax 20kg/ha（120mg Borax/pot）。（9）銅（Cu）：施硫酸銅 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 20kg/ha（120mg $CuSO_4 \cdot 5H_2O$/pot）。(10) 錳（Mn）：施硫酸錳 $MnSO_4 \cdot H_2O$ 50kg/ha （300mg $MnSO_4 \cdot H_2O$/pot）。(11) 鉬（Mo）：施鉬 114g Mo/ha 。每盆用鉬酸銨 1.26mg。(12) 鋅（Zn）： ZnO50kg/ha ，每盆用 $ZnSO_4$ 595mg. 。(13) 硼＋銅＋錳＋鉬＋鋅（Total micronutrients）：依（8）—(12) 處理用量全部施入。

3.抑制土壤鐵鋁毒害：

(14) 二氧化錳（MnO_2）：施 MnO_2 2t/ha ，相當於 12g/pot. (15) 白雲石粉（Dolomite）：加 Dolomite 2.5t/ha ，相當於 15g/pot. (16) 排水：自試盆下側出口控制排水量，每日排水 1cm 左右，排出的水以塑膠瓶盛裝，於次日傾入原盆，以避免養分流失。 (17) 綜合處理：按處理（6）及 (13) 的量將稻草、爐渣、穀殼及微量要素等加入。本處理三作中第一作未排水，二、三作則每日排水一公分。

三、生育調查

插秧後每二週調查水稻株高及分蘖數，至抽穗期止，收穫後記錄其穗數、穗重、稔實率、千粒重及穀、藁重量。

四、土壤及植物分析

（一）土壤分析方法：自各地採回作盆栽試驗之用土（均屬 20cm 內之表土）於風乾混勻後，採取土樣約 1kg，磨細（除機械分析用土經 2mm 篩別外）經 1mm 篩別後，裝入塑膠罐作下列土壤分析：

1. pH：玻璃電極法，土壤：水＝1：1 。2.機械分析： Hydrometer 法。 3.全氮：Kjeldahl 法分解後，以 Sodium hypochlorite 法比色測定。4.有機質：土壤加重鉻酸鉀及硫酸作用後，以比色法測定。5.陽離子交換能量（CEC）：NaOAc 置換法[11] 6.交換性鈣、鎂、鉀： pH7.0 1N NH_4OAC 法 。 7.有效性 P、K ： 有效磷用 Bray's P_1 法； 有效鉀用 Mehlich 氏法 。 8.有效矽：Imaizumi 及 Yoshida 法[12]。9.交換性鋁：以 1N KCl 抽出後，用 Aluminon 法比色測定[12]。10.有效性鐵、錳、銅、鋅：以 0.1N HCl 抽出後，用原子吸光儀測定。11.活性鐵（Free Fe）：用 Asami & Kumada 氏法[10]。12.易還原性錳（Easily Reducible Mn）：用 Sherman 氏法[16]。

（二）植物分析方法：

收穫後之稻藁，於風乾記取其重量後，每盆各抽取一半，將其置於 70—75°C 烘箱內繼續烘乾24小時，然後將全株磨碎，裝入塑膠盒，作下列各項分析：

1.氮：樣本經 Kjeldahl 法分解後，比色測定（與土壤同）。2.其他要素：樣本經乾灰化後，加鹽酸溶解稀釋至定量，矽酸以重量法，磷以 Vanado-molybdate 法，其他要素均以原子吸光儀或焰光儀測定。

試驗結果及討論

一、土壤性質：

三種試驗用土壤之性質列於表 1。

表1 試驗用土壤性質

Table 1. Chemical properties of the experimental soils

Soil	pH	CEC me/100g	O. M. %	Total N %	Free Fe %	Easi. redu. Mn ppm	% Sand	Clay	Silt	Texture
紅壤	4.69	14.9	2.70	0.132	2.07	25	20.6	28.2	51.2	CL
紅壤母質冲積土	4.70	12.5	2.85	0.147	1.94	14	38.6	14.2	47.2	L
酸性粘板岩冲積土	4.58	11.1	2.70	0.179	1.25	34	22.6	14.2	63.2	SiL

Soil	Available P	K	SiO₂	Exchangeable Al	Ca	Mg	K	0.1N HCl ext. Fe	Mn	Cu	Zn
	ppm			me/100g				ppm			
紅壤	14	55	49	2.99	2.58	0.52	0.30	278	28	2.8	2.8
紅壤母質冲積土	24	48	44	1.39	2.50	0.84	0.21	254	78	5.0	6.3
酸性粘板岩冲積土	72	38	39	1.95	2.34	0.58	0.16	270	42	4.4	5.5

各土壤之 pH 及有機物含量均極接近，陽離子交換能量（CEC）則以紅壤較高。全氮含量以酸性粘板岩冲積土最高，紅壤最低。活性鐵含量以酸性粘板岩冲積土最低。土壤質地以紅壤最細，所含粘粒百分率較其他二土壤高出一倍。紅壤所含有效磷最低，交換性鋁最高。有效矽酸的含量三種土壤相近，都很低，均在 50ppm 以下。

在 0.1N HCl 抽取性 Fe、Mn、Cu、Zn 四種微量要素中，Fe 的含量三土壤相近，Mn、Cu 及 Zn 則均以紅壤爲最低。

二、水稻產量

本試驗自 68 年二期作開始，至 69 年二期作止，共植水稻三作。其中 68 年二期作係植於戶外（當時本所溫室尙未建好），其餘二作則植於溫室。三作所用土壤未曾換新，即同一土壤連續種植三次。其中前二作各處理均按試驗方法內所述者加入改良土壤之稻草、穀殼等。但 69 年二期作爲餘效

試驗，除三要素肥料外，其他完全不施。

三作稻穀產量列於表 2，茲將結果依期作分述如下：

1. 68 年二期作

（1）在對紅壤之各處理中，以排水及施用稻草二處理效果最好，分別增產 20 及 16 %，其次為施鉬者，增產 10 %，雖此等處理效果很好，但因本期作重複間差異大，故變方分析結果仍為不顯著。（2）在紅壤母質冲積土中，增產最多的處理為施 MnO_2 者（增產 13%），但屬不顯著。（3）在酸性粘板岩冲積土中，以施 Mn 及排水處理效果最好，分別增產 13 及 12 %。

2. 69 年一期作：

本期作為本試驗中結果最好的一作，三土壤中處理間差異均達顯著平準。

（1）在對紅壤的處理中，僅排水處理為十七處理中唯一未獲增產之處理。前作中該處理產量最高，本作得相反結果，或係由於二期作時初期溫度高，土壤還原快，不利於初期生長之水稻，故排水使其增產。一期作無此需要，且排水處理因排水量不易控制，常有滲漏水溢出，部分養分流失，以致其產量反較其他處理為低。

對紅壤的處理以改良其物理性及肥力者效果最好，增產率在 23—35 %之間。其中以單獨施用穀殼的處理效果最好，而當穀殼與爐滓同時施用時，產量反較單施穀殼者少。稻草單獨施用效果亦明顯，增加 23 %，如與石灰合施，增產更達 30 %。

施用微量要素的處理中，Cu、Mn、Mo 及 Zn 均使水稻產量增加，其中以 Cu 及 Mo 的效果較好，達顯著平準。

MnO_2 在本期作中效果很好，增產 20 %，達極顯著平準。

（2）本期作中對紅壤母質冲積土效果最好的處理為施穀殼，施稻草或施鉬者。但效果均不如紅壤中所得者。

（3）對酸性粘板岩冲積土也以施穀殼者產量最高，增產22%，其次為稻草加石灰者，增產11%，分別達極顯著與顯著平準。又本土壤施用白雲石的減產也頗明顯。

3. 69 年二期作：

本期作為餘效試驗，各處理僅施三要素肥料，其他不施。

（1）在對紅壤的處理中，仍以改良土壤物理性及肥力的處理產量最高，但穀殼或稻草的餘效均不如前期作好，單施穀殼的餘效更低（增產 4 %），單施稻草的處理仍有 12 %的增產。同時施用稻草，穀殼及爐滓的處理餘效較好，增產 19 %。在微量要素的處理中，單施任一微量要素的增產率均低，顯示其餘效很少。二氧化錳及排水仍有 9 及 7 %的增產。但本期作所有處理效果均未達統計上之顯著平準。（2）在紅壤母質冲積土，本期作各處理均無明顯殘效。（3）對酸性粘板岩冲積土的處理以施穀殼者最好，施 Cu 者次之，增產率分別為 17 及 11 %。

4. 各處理在紅壤中對水稻產量的影響：

此等處理本係針對生產力低之紅壤稻田而設，連續三作種植水稻的結果也顯示各處理對紅壤的效果均遠較其他二種土壤為大。

圖 1 為改良紅壤物理性及其肥力的各處理與對照區在三作中水稻產量的比較。此圖顯示施稻草或稻草加爐滓的兩處理在三作中水稻產量均極接近，第一作時增產約 15 %，第二作（繼續施用稻草 5t/ha）增加 24 %，至第三作餘效時又減為 13 %，增產趨勢穩定而合理。又僅施穀殼或穀殼加爐渣的兩處理也與前述情形相若，在三作中增產率很接近，每作中增產趨勢也與施稻草者情形相同，僅其餘效較施稻草者低。由此可見稻草及穀殼之施用對紅壤稻田增產很有效，且在施用此等物質時無需再行添加石灰或爐滓。

圖 2 為紅壤施用微量要素對稻穀產量的影響。各微量要素中以鉬的增產效果最大，也最穩定。在第一作中其增產率為 10 %，第二作繼續施鉬的增產率為 12 %，至第三作餘效時又降為 4 %。其

表2 稻 穀產 量 及 產 量 指 數

Table 2. Grain yield and yield index

處理	紅壤						紅壤母質冲積土						酸性粘板岩冲積土					
	穀產量						穀產量						穀產量					
	68年2期		69年1期		69年2期		68年2期		69年1期		69年2期		68年2期		69年1期		69年2期	
	g/pot	Index	g/pot	Index	g/pot	Index	g/pot	Index	g/pot	Index	g/pot	Index	g/pot	Index	g/pot	Index	g/pot	Index
1 O	71.0	100	60.9	100	70.1	100	103.9	100	68.6	100	74.8	100	83.7	100	67.5	100	68.9	100
2 St	82.1	116	74.8	123	78.2	112	86.2	83	72.3	105	74.4	100	69.7	83	71.0	105	71.0	103
3 StSg	81.1	114	76.3	125	79.2	113	94.0	91	69.8	102	71.3	95	69.9	84	69.1	102	66.0	96
4 StL	61.9	87	78.9	130	77.2	110	87.0	84	68.3	100	59.8	80	71.4	85	74.9	111	62.0	90
5 SgH	74.5	105	75.3	124	73.6	105	99.5	96	73.9	108	74.7	100	69.7	83	75.4	112	63.4	92
6 StSgH	68.4	96	79.1	130	83.3	119	108.4	104	73.4	107	78.4	105	69.1	83	70.6	105	65.1	94
7 H	74.9	105	82.0	135	72.7	104	98.7	95	75.8	111	70.2	94	73.4	88	82.2	122	77.0	117
8 B	73.7	104	63.2	104	72.0	103	109.6	106	70.4	103	69.9	94	78.6	94	68.9	102	68.4	99
9 Cu	63.8	90	72.0	118	73.4	105	93.5	90	67.9	99	73.5	98	88.4	106	71.6	106	76.8	111
10 Mn	67.7	95	66.0	108	71.5	102	107.9	104	68.3	99	70.5	94	82.6	99	68.4	101	70.4	102
11 Mo	78.2	110	68.2	112	72.9	104	96.4	93	72.7	106	73.4	98	94.4	113	69.1	102	69.0	100
12 Zn	71.6	101	64.8	107	70.8	101	93.4	90	67.1	98	70.0	94	71.8	86	66.2	98	69.6	101
13 Total Micro.	72.7	102	68.8	113	75.8	108	91.2	88	70.7	102	75.2	101	85.3	102	74.0	110	76.5	111
14 MnO_2	70.3	99	73.3	120	76.6	109	117.2	113	70.2	102	76.3	102	88.1	105	68.3	101	68.3	99
15 Dolomite	52.8	74	62.2	102	71.0	101	87.2	84	36.4	53	64.5	86	84.0	100	52.0	77	66.4	96
16 Drainage	85.3	120	56.5	93	74.7	107	92.7	89	68.2	99	76.6	103	94.0	112	56.7	84	60.6	88
17 StSgHt+T. Micro.	73.3	103	72.5	119	74.0	106	93.5	90	63.1	92	75.2	101	74.8	89	63.7	94	59.0	86
平均	73.2		70.8		74.8		98.3		70.0		72.8		79.1		69.9		68.3	
LSD 5 %	NS		7.28		NS		NS		6.08		NS		17.90		7.31		NS	
LSD 1 %			11.72						9.78				24.14		11.77			

次爲銅的效果，但其增產僅見於第二作及第三作中。其他施硼、錳、及鋅的效果均不顯著，也不穩定。

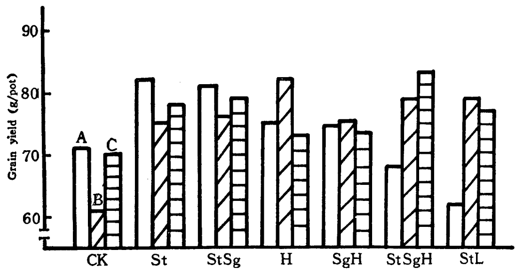


圖 1　紅壤經不同處理後水稻產量的比較

Fig. 1. Effects of different treatments on grain yield in Latosol
A, 2nd Crop 1979；B, 1st Crop 1980；
C, 2nd Crop 1980.

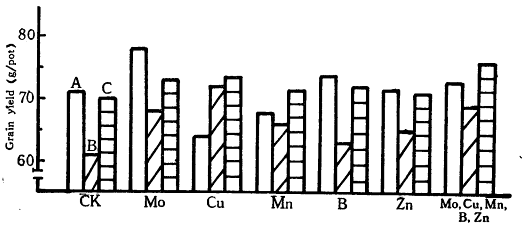


圖 2　紅壤施用微量要素後產量比較

Fig. 2. Effects of micronutrients on grain yield in Latosol
A, 2nd Crop 1979；B, 1st Crop 1980；
C, 2nd Crop 1980

一般紅壤中微量要素的含量，除鐵外，其他均低，同時酸性反應能促使鉬之有效性顯著減低 (8,15)，故紅壤中施鉬及銅能增產之可能性較大。鉬爲硝酸還原酵素中的活化劑 (activator)，缺此則硝酸態氮無法還原成銨態。鉬在微生物固氮作用中也很重要，故爲荳科作物所必需者 (14)。其在紅壤中的效果，過去臺灣也僅有荳科作物能增產的報告 (7)，對水稻效果如何，尙無資料可供參考。

本試驗中鉬增產的效果雖不如施用稻草或穀殼者大，然鉬之施用量僅爲 114g Mo/ha，用量甚少，可與肥料同時施用。故鉬在紅壤中對水稻的效果有進一步研究證實的必要。

5.稻草、穀殼及鉬之施用對紅壤中水稻之生長及產量構成要素之影響：

本試驗中對紅壤效果最好的處理爲施用稻草、穀殼或鉬者，茲將 69 年 1 期作此三處理與對照處理自插秧後至生長九週時之分蘖及株高繪於圖 3 及 4，以比較此等處理對水稻生長的影響。

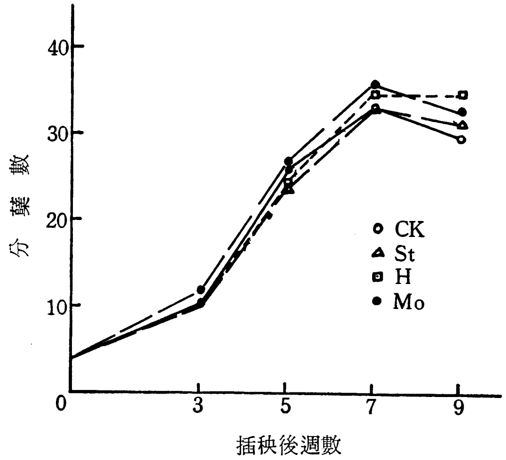


圖3.　稻草、穀殼及鉬之施用對紅壤稻田水稻分蘖數的影響

Fig. 3. Tiller number as affected by the application of straw, hull, and molybdenum

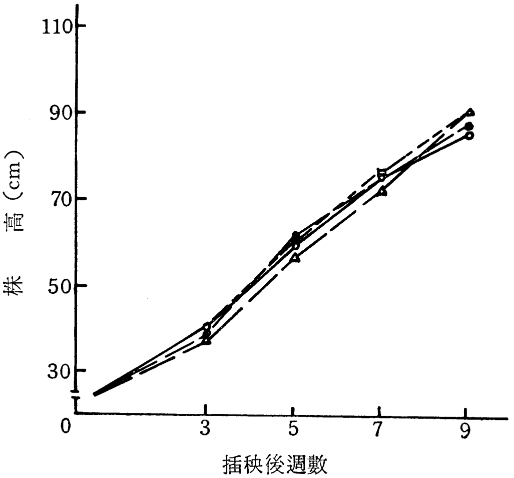


圖4.　稻草穀殼及鉬之施用對紅壤稻田水稻株高之影響

Fig. 4. Plant height as affected by the application of straw, hull, and molybdenum

圖3顯示施稻草及穀殼者於插秧後五至七週內分蘖數均略低於對照者，七週後有略優之趨勢，施鉬者則自始即較對照為優。

圖4顯示施稻草者於插秧後七週內株高均低於對照，七週後即優於對照，其他施穀殼及鉬等則前七週與對照相近，七週後穀殼者較優。

表3為紅壤中各處理水稻產量及產量構成要素（69年1期作），此表顯示施稻草，穀殼及鉬之處理穗數與對照相差不多，但每穗稔實穀粒數施稻草或穀殼者却遠高於對照者。每穗稔實穀粒數決定於水稻生殖生長期及成熟期[17]。由此可知稻草或穀殼之施用有利於水稻後期的生長，但却略微抑制其初期的生長。此項結果與韓國所得者極為一致，彼等認為水田施用稻草所得之顯著增產效果除物理性者外，係由於稻草之加入使微生物活動增加，將養分貯存於土壤，待水稻生長後期再行釋出供水稻吸收利用[18]。

又由此等資料知施鉬可促進水稻初期的生長，但後期或係由於養分供給不足，致插秧七週後即有變劣的現象。如與稻草或谷殼合施，其對紅壤的效果應可相得益彰，有繼續研究的必要。

表3. 紅壤中各處理水稻產量（69年1期）及產量構成要素

Table 3. Yield and yield components of rice as affected by different treatments in Latosol

Treatments	Yield (g/pot)		No. of panicle	No. of filled grain per panicle	Filled grain %	1000 grain wt.
	Grain	Straw				
1. CK	60.9	66.6	28.7	89	87.2	23.8
2. St	74.8	70.5	29.3	107	91.4	23.7
3. StSg	76.3	67.6	26.7	125	93.9	23.2
4. StL	78.9	70.4	29.3	117	91.1	23.1
5. SgH	75.3	68.5	27.3	122	90.6	22.8
6. StSgH	79.1	68.9	26.7	127	92.4	23.3
7. H	82.0	74.3	31.7	121	93.5	21.6
8. B	63.2	65.6	27.7	98	90.7	23.3
9. Cu	72.0	68.6	30.7	99	91.4	23.6
10. Mn	66.0	64.6	30.3	95	92.1	23.1
11. Mo	68.2	65.7	30.3	97	93.0	23.3
12. Zn	64.8	64.5	30.0	84	88.3	26.2
13. Total mic.	68.8	66.6	29.0	101	93.2	23.5
14. MnO_2	73.3	68.1	28.0	108	93.3	24.3
15. Dolom.	62.2	42.1	21.7	119	91.7	24.3
16. Drainage	56.5	59.2	25.0	91	90.2	24.7
17. StSgH+ total mic.	72.5	71.3	29.0	113	92.2	23.0

三、不同處理對水稻體內養分含量的影響

本試驗三作收穫後的稻藁，均曾分別作植物分析，分析項目包括巨微量要素共十項。為避免過於繁複，將各土壤三作分析結果的平均值列於附表1至3。

分析資料中，稻藁養分在不同處理間差異最大的要素爲鉀及矽酸。鉀的差異主要來自稻草的施用；矽酸則係由於穀殼、稻草、矽礦滓及石灰的施用。

1.對含鉀量的影響：影響最大的爲稻草的施用，使三種土壤中稻藁含鉀量均顯著增加（圖5），其中以紅壤增加的比率較小（19%）而在原來含鉀量較低的紅壤母質冲積土及酸性粘板岩冲積土增加率均爲 39 %。施用穀殼僅使紅壤母質冲積土及酸性粘板岩冲積土中生長的水稻含鉀量略微增加，增加率分別爲 15 及 7 %。對紅壤則無影響。

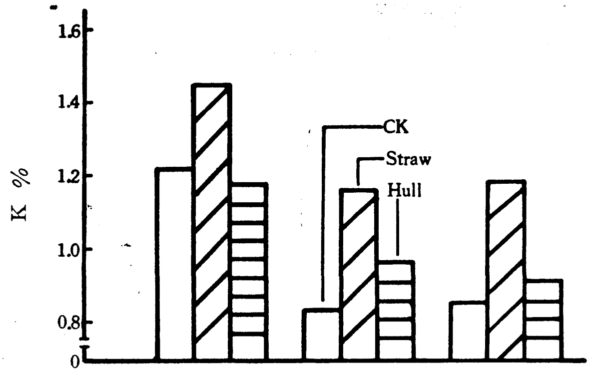


圖5. 稻草、穀殼的施用對稻藁含鉀量的影響

Fig. 5. Potassium content in straw as affected by the application of straw and hull in different paddy soils

2.對矽酸含量的影響：施用穀殼在三種土壤中均顯著增加了稻藁中的矽酸含量（圖6），本試驗中所用三種土壤有效性矽酸含量均偏低（39—49 ppm SiO_2），又因水稻植於溫室，生長速度較快，稻體內矽酸含量更低。三土壤對照處理稻藁的矽酸含量（三作平均）在 3.9—4.8 %之間，但在施用穀殼的處理中，其矽酸含量增加爲 6.7—7.8 %，增加率爲 60—72 %。稻草的施用雖也使稻體內矽酸含量增加，但增加量除在紅壤母質冲積土者較高外，其他二土壤中的增加量均遠遜於施用穀殼者。爐滓或石灰的加施更使稻藁內矽酸含量增加。其中施用石灰（$Ca(OH)_2$）可增加矽酸的吸收一點，值得注意。但此等由穀殼、稻草，或爐滓供給的矽酸，餘效甚小，停施後此等處理中水稻矽酸含量也同時降低（表4）（69 年二期爲餘效試驗）。表4 也顯示盆栽試驗中土壤連續種植水稻時，稻體內矽酸含量減低也很快。部份原因應係由於盆栽試驗中水稻收穫係自根部割除，與田間留有水稻殘株不同。在其他測定的要素中，含量減低較明顯的爲 Ca 及 Fe ，其次爲 Mn 及 Cu （資料未列此）。

3.其他影響：此外較明顯的影響爲施用二氧化錳處理中錳含量的顯著增加及施用白雲石粉（Dolomite）處理中 Mg 含量的顯著增加以及各微量要素含量之顯著降低，其中紅壤冲積土與酸性粘板岩冲積土的 Zn 含量降至 17 及 14ppm ，已在缺乏範圍，此或許與該兩土壤白雲石粉處理在 69 年一期引起收量之激降有關。

四、不同處理對土壤化學性質的影響

在本試驗所植三作水稻收穫後，曾將每盆土壤，以土鑽採取土壤樣本，將同一土壤各處理的三重複置於一處，經風乾，混合，並磨碎（經 1mm 篩孔）後作土壤化學性質分析。目的爲明瞭此三種土壤經各種不同處理種植水稻三作後，土壤化學性質的變化。分析結果列於附表 4—6 。

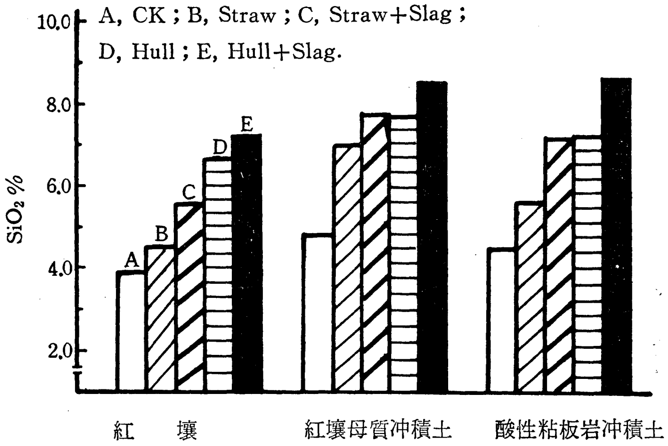


圖6. 稻草、穀殼及爐滓的施用對稻藁矽酸含量的影響

Fig. 6. Silica content in straw as effected by the application of straw, hull and slag.

表4. 不同處理對稻藁矽酸含量的影響

Table 4. Silica content ($SiO_2\%$) in straw as affected by different treatments

處理 Treatment	紅壤			紅壤母質冲積土			酸性粘板岩冲積土		
	68年2期	69年1期	69年2期	68年2期	69年1期	69年2期	68年2期	69年1期	69年2期
1 O	4.25	4.10	3.03	5.44	4.87	4.17	5.35	4.47	3.80
2 St	5.67	4.65	3.12	7.60	8.33	5.20	7.18	5.71	4.08
3 StSg	6.47	6.36	4.05	9.25	8.48	5.76	9.18	7.53	4.95
4 StL	5.85	4.86	4.55	8.17	8.44	6.50	7.33	5.64	5.56
5 SgH	8.34	8.94	4.50	10.17	8.70	6.86	11.55	9.26	5.22
6 StSgH	8.51	9.28	4.67	10.85	9.68	6.57	11.47	10.01	5.49
7 H	7.54	8.71	3.91	8.07	9.16	6.02	9.08	8.46	4.25
8 B	4.47	3.27	3.34	5.37	4.81	4.63	5.26	5.70	4.31
9 Cu	4.76	3.43	3.06	5.35	4.89	3.83	5.20	4.63	3.98
10 Mn	4.31	3.75	3.13	5.15	5.00	4.15	5.38	4.40	3.86
11 Mo	4.59	3.69	2.72	6.27	5.91	4.63	5.41	5.26	3.57
12 Zn	4.31	3.65	3.21	5.51	4.61	3.49	5.39	3.81	4.17
13 Total mic.	5.11	3.81	2.85	6.17	4.82	4.15	5.47	4.45	3.94
14 MnO_2	3.93	3.57	3.51	5.03	4.21	4.18	5.29	4.19	4.31
15 Dolomite	4.32	4.11	4.23	5.55	6.88	5.63	5.07	5.74	5.23
16 Drainage	3.75	5.89	3.41	5.01	6.08	5.14	5.59	5.53	5.28
17 StSgH+Total mic	8.37	9.96	6.05	9.89	9.63	6.56	11.32	10.93	7.22
Range	3.75—8.51	3.27—9.96	2.72—6.05	5.01—10.85	4.21—9.68	3.83—6.86	5.07—11.55	3.81—10.93	3.57—7.22
Average	5.56	5.44	3.73	6.99	6.74	5.15	7.09	6.22	4.66

1.由附表 4—6 知石灰、爐滓及白雲石的施用均明顯地提高了土壤的 pH 值。2.加稻草處理的土壤中有機物及全氮含量略高；但加穀殼的處理則只在紅壤母質冲積土及酸性粘板岩冲積土中有此影響，在紅壤中無增加現象。3.三種土壤有效性鉀的含量均低（較試驗前土壤有效鉀含量降低很多），尤以紅壤及紅壤母質冲積土更低，平均均爲 12ppm，雖然稻藁中含鉀量因稻草或穀殼的施用而顯著增加，但未見土壤中有效鉀因此而累積。4.有效矽酸的含量除酸性粘板岩冲積土外，在其他兩種土壤中均因施稻草及穀殼而明顯增加，再加施爐渣或石灰的處理增加更爲顯著，而稻藁中矽酸含量在第三作餘效試驗時此等增加已不多。是否土壤中存餘的矽酸已不復能被水稻吸收利用？又石灰處理可提高矽酸的有效性一點，與前述稻藁中矽酸含量的增加相符合。5.土壤中鈣含量因施爐滓及石灰而增加很多；白雲石粉使土壤中鎂含量增加約三倍。

五、提高紅壤水田生產力的可能途徑

本試驗結果顯示增加紅壤水田生產力的最佳處理爲施用稻草或穀殼，兩者中又以前者優於後者。當施用稻草或穀殼時如再同時施用矽礦滓或石灰，產量並不能再行提高。

植物分析結果顯示稻草或穀殼的施用所導致的最明顯差別爲植物含鉀及矽酸量的增加。紅壤中所含鉀及矽酸本偏低，補充此二要素對水稻生長當有幫助。而統計分析結果也顯示水稻產量與穀藁中矽、鉀含量爲顯著正相關關係（相關係數依次爲 0.563* 及 0.579*，以三作平均值計算）。但由加施爐滓能更提高稻藁內矽酸含量而不能相對提高水稻產量知稻草或穀殼增產的原因並非完全在此。

由水稻插秧後分蘖及株高變化的情形及產量構成要素知稻草或谷殼的施用略微抑制水稻初期的生長，却有利於其後期的生長。或係此等物質的加入初期促進土壤微生物的活動，將養分貯存於土壤，待水稻生長後期再行釋出供其吸收利用。

又此等有機物的加入對土壤物理性應亦有影響。有機物對土壤物理性的最大影響在於增加穩定性土壤團粒之形成，並促進微生物的作用。通常有機物含量高的土壤必定團粒好孔隙多，近年來的試驗更證實對土壤團粒的形成，稻草較堆肥效果好[18]。

本省紅壤水田水稻產量的差異通常很大，據陳氏 1961 年[8]在桃園縣大園鄉對三種產量顯然不同的紅壤水田所作調查，其間物理性的差異遠大於化學性者。產量高的上等水田其各層中鐵銹紋或黃灰色斑點最明顯，顯示通氣良好，漑灌水不發生停滯現象；產量低的下等水田則各層中所含粘土量多，排水較困難，即上等田剖面的物理條件，較適合水稻根系的發育，養料的保持及空氣與水分的適度流通。因之本省紅壤稻田的肥力改進也應着重於土壤物理性的改良。

又本試驗微量要素處理中，鉬的增產效果大而穩定，雖其效果不如施用稻草或穀殼者，然鉬的施用量少，可與肥料同時施用，簡單易行，唯此項效果需進一步證實。

參考文獻

1. 步焱昇、張守敬 1951 農業研究 1（2）：14—25；2（1）：1—31。
2. 林家棻 1965 石門水庫茶園轉作水田磷效試驗（未發表）
3. 李子純 1971 酸性紅壤土壤肥力增進之研究。農業研究 20（2）：47—55
4. 連深 1963 矽對水稻之效應（第二報），農業研究 12（3）：16—28
5. 黃文良 1973 石門水庫灌漑區茶園轉作水稻生產抑制因子之研究，農業研究 22（1）：25—36。
6. 陳春泉 1976 桃園縣土壤調查報告，臺灣省農業試驗所報告第 33 號107—112。
7. 陳振鐸、洪崑煌、魏金塗等 1974 酸性土壤中施用石灰與鉬素對於大豆收量之影響，中國農業化學會誌 12（3、4）：61—71。
8. 陳振鐸 1979 臺灣磚紅壤之利用與管理 48—64，臺灣省土壤肥料學會發行
9. 郭魁士 1977，土壤學 626—29 中國書局印行
10. Asami, T., and Kumada, K. 1960. Comparison of several methods for determining free iron in soils.

Soil and Plant Food 5 : 179-183.

11. Bower, C. A., Reitemeier, R. F., and Firman, M, 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Sci. 73 : 251-261.

12. Imaizumi, K., and S. Yoshida. 1958. Edaphological studies on silicon supplying of paddy fields. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. (Japan) B. Ser. 261-304.

13. Mclean, E. O. 1965. Aluminum in 'Methods of soil analysis' pp. 985-993.

14. Mortvedt, J. J., P. M. Giordano, and W. L. Lindsay. 1972. Micronutrients in agriculture. Soil Sci. Soc. of America, Inc. 366-368.

15. Pearson, R. W., F. Adams. 1967. Soil acidity and liming : 48. No. 12 in the series AGRONOMY, American Soc. of Agronomy, Publisher, Mad. Wis. USA.

16. Shermen, G. D., McHargue, J. S., and Hodgkins, W. S. 1942. Determination of active manganese in soil. Soil Sci. 54 : 253-257.

17. University of the Philippines, 1967. Rice production manual p. 25.

19. Wang, K. O. 1979. Effect of incorporation of organic materials on paddy soils in 'Nitrogen and Rice', 435-450. Intern. Rice Res. Inst., Manila, the Philippines.

附表 1. 不同處理對稻藁礦物元素含量的影響（紅壤、三作平均值）

處　　理	N	P	K	Ca	Mg	SiO_2	Fe	Mn	Cu	Zn
	%						ppm			
1 O	0.550	0.072	1.220	0.533	0.173	3.924	252	187	3.1	23
2 St	0.523	0.055	1.448	0.549	0.189	4.480	263	191	2.5	22
3 StSg	0.480	0.059	1.414	0.524	0.176	5.627	203	202	2.0	18
4 StL	0.577	0.069	1.403	0.547	0.199	5.090	209	140	1.9	18
5 SgH	0.580	0.056	1.312	0.551	0.184	7.260	225	146	1.9	19
6 StSgH	0.557	0.067	1.517	0.469	0.189	7.487	227	138	2.5	21
7 H	0.560	0.069	1.175	0.547	0.180	6.720	270	163	3.4	22
8 B	0.690	0.072	1.170	0.529	0.189	3.694	245	233	3.0	28
9 Cu	0.703	0.077	1.087	0.539	0.187	3.750	294	201	1.8	25
10 Mn	0.677	0.080	1.121	0.512	0.196	3.730	280	303	2.4	28
11 Mo	0.630	0.071	1.213	0.497	0.186	3.667	305	204	2.4	25
12 Zn	0.630	0.069	1.262	0.554	0.206	3.724	292	227	1.6	34
13 Total micro.	0.647	0.071	1.189	0.540	0.184	3.924	277	273	2.1	30
14 MnO_2	0.560	0.069	1.254	0.527	0.175	3.670	255	1,133	2.0	59
15 Dolomite	0.670	0.074	1.255	0.450	0.332	4.220	191	129	2.6	20
16 Drainage	0.510	0.064	1.303	0.489	0.210	4.350	214	546	2.7	36
17 StSgH+ T. micro.	0.487	0.055	1.628	0.435	0.173	8.127	176	321	2.9	25
Range	0.480—0.703	0.055—0.080	1.087—1.628	0.435—0.554	0.173 0.332	3.670—8.127	176—305	129—1,133	1.6—3.4	18—59
Average	0.590	0.068	1.293	0.518	0.196	4.909	246	279	2.4	27

附表 2. 不同處理對稻藁礦物元素含量的影響（紅壤母質冲積土三作平均值）

處理	N	P	K	Ca	Mg	SiO_2	Fe	Mn	Cu	Zn
	%						ppm			
1 O	0.577	0.102	0.840	0.490	0.195	4.827	220	144	2.7	22
2 St	0.537	0.087	1.167	0.476	0.168	7.044	185	102	3.3	17
3 StSg	0.483	0.082	1.277	0.530	0.168	7.830	166	95	3.7	18
4 StL	0.490	0.081	1.210	0.509	0.179	7.704	185	93	2.6	18
5 SgH	0.473	0.074	1.100	0.509	0.173	8.577	179	119	3.0	22
6 StSgH	0.493	0.077	1.174	0.507	0.177	9.034	203	134	2.8	22
7 H	0.510	0.085	0.967	0.453	0.182	7.750	241	117	2.8	20
8 B	0.510	0.099	0.917	0.513	0.197	4.937	223	152	3.6	25
9 Cu	0.543	0.104	0.967	0.517	0.192	4.690	213	205	3.5	28
10 Mn	0.537	0.103	0.920	0.458	0.187	4.767	213	245	3.7	28
11 Mo	0.550	0.096	0.920	0.469	0.205	5.604	205	211	3.2	26
12 Zn	0.583	0.110	0.927	0.459	0.200	4.537	223	171	3.0	29
13 Total micro.	0.583	0.105	0.814	0.509	0.201	5.047	260	202	3.4	25
14 MnO_2	0.547	0.100	0.864	0.447	0.177	4.474	227	916	3.7	49
15 Dolomite	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16 Drainage	0.417	0.086	0.960	0.424	0.178	5.410	239	234	3.2	27
17 StSgH+T. micro.	0.427	0.066	1.447	0.425	0.161	8.694	198	146	3.3	20
Range	0.417—0.600	0.066—0.112	0.814—1.447	0.424—0.530	0.161—0.333	4.474—9.034	166—260	93—916	2.6—3.7	17—49
Average	0.521	0.093	1.044	0.475	0.193	6.291	209	200	3.2	24

附表 3 .不同處理對稻藁礦物元素含量的影響（酸性粘板岩冲積土三作平均值）

處　　理	N	P	K	Ca	Mg	SiO_2	Fe	Mn	Cu	Zn
	%						ppm			
1 O	0.590	0.091	0.856	0.499	0.181	4.540	301	245	4.2	21
2 St	0.577	0.095	1.187	0.505	0.173	5.657	251	231	4.0	18
3 StSg	0.560	0.076	1.108	0.538	0.175	7.220	252	235	3.0	16
4 StL	0.527	0.076	1.108	0.567	0.195	6.177	217	202	2.7	15
5 SgH	0.553	0.085	0.981	0.509	0.178	8.677	247	222	3.7	16
6 StSgH	0.500	0.063	1.262	0.493	0.155	8.990	220	216	1.8	21
7 H	0.547	0.082	0.916	0.494	0.159	7.264	276	178	1.8	17
8 B	0.570	0.087	0.771	0.517	0.181	5.090	266	263	2.4	25
9 Cu	0.560	0.089	0.839	0.498	0.192	4.604	270	297	2.4	24
10 Mn	0.573	0.093	0.824	0.501	0.185	4.547	305	312	2.3	21
11 Mo	0.583	0.092	0.774	0.500	0.180	4.747	350	281	2.0	22
12 Zn	0.630	0.093	0.844	0.579	0.196	4.457	272	293	2.1	27
13 Total micro.	0.590	0.088	0.699	0.540	0.201	4.620	311	349	2.4	31
14 MnO_2	0.587	0.087	0.789	0.503	0.159	4.597	285	965	2.4	33
15 Dolomite	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16 Drainage	0.537	0.082	1.069	0.448	0.183	5.467	273	307	2.5	25
17 StSgH+T. micro.	0.467	0.057	1.525	0.463	0.167	9.824	252	313	2.5	25
Range	0.467—0.630	0.057—0.095	0.699—1.525	0.394—0.579	0.155—0.369	4.457—9.824	168—350	179—965	1.8—4.2	14—33
Average	0.563	0.084	0.983	0.503	0.190	5.990	266	299	2.6	23

附表 4. 不同處理對紅壤若干化學性質的影響

處理	PH	CEC	O. M.	Total N	Available			Exchangeable		
					P	K	SiO_2	Ca	Mg	K
		me/100g	%	%	ppm			me/100g		
1 O	5.15	14.92	2.38	0.118	15	12	48	4.85	1.36	0.091
2 St	5.10	15.10	2.47	0.126	10	16	57	4.69	1.36	0.111
3 StSg	5.80	14.75	2.55	0.122	9	13	157	6.88	1.33	0.104
4 StL	6.30	14.92	2.47	0.120	11	12	139	7.66	1.07	0.104
5 SgH	5.70	14.92	2.47	0.115	9	12	132	6.09	1.33	0.098
6 StSgH	5.50	15.25	2.41	0.121	10	14	114	6.02	1.36	0.107
7 H	5.25	15.00	2.38	0.115	11	13	75	4.84	1.36	0.098
8 B	5.20	13.75	2.33	0.117	13	11	51	4.92	1.26	0.088
9 Cu	5.15	14.12	2.41	0.116	11	12	54	4.53	1.30	0.094
10 Mn	5.15	14.52	2.36	0.119	13	10	52	4.69	1.30	0.085
11 Mo	5.15	14.92	2.41	0.113	11	10	60	4.85	1.36	0.085
12 Zn	5.20	14.12	2.25	0.113	17	10	63	4.84	1.26	0.085
13 Total micro.	5.10	15.00	2.30	0.113	15	10	57	5.31	1.26	0.091
14 MnO_2	5.20	14.92	2.27	0.120	16	10	56	5.16	1.36	0.098
15 Dolomite	6.40	14.92	2.19	0.107	13	11	131	5.16	6.48	0.124
16 Drainage	5.30	14.92	2.36	0.122	23	10	54	4.06	1.22	0.085
17 StSgH+T. micro.	5.70	15.20	2.99	0.115	15	14	130	5.63	1.56	0.098
平均	5.43	14.78	2.41	0.117	13	12	84	5.30	1.62	0.097

附表 5. 不同處理對紅壤母質冲積土若干化學性質的影響

處理	PH	CEC me/100g	O. M. %	Total N %	Available P	Available K	Available SiO_2	Exchangeable Ca	Exchangeable Mg	Exchangeable K
					ppm	ppm	ppm	me/100g	me/100g	me/100g
1 O	5.20	13.00	2.67	0.128	28	11	64	5.78	1.79	0.072
2 St	5.40	13.00	2.93	0.141	16	12	101	5.47	1.65	0.078
3 StSg	5.95	13.73	3.11	0.147	16	13	164	6.88	1.72	0.091
4 StL	6.50	14.50	3.05	0.150	21	14	190	8.91	1.65	0.098
5 SgH	5.90	14.12	3.11	0.144	15	14	189	6.88	1.69	0.094
6 StSgH	5.85	14.92	3.29	0.162	17	16	184	7.34	1.79	0.101
7 H	5.05	14.00	3.17	0.141	19	13	70	6.17	1.85	0.085
8 B	5.20	12.66	2.75	0.125	27	11	52	5.55	1.49	0.078
9 Cu	5.20	12.25	2.72	0.128	19	11	49	5.55	1.59	0.078
10 Mn	5.20	12.22	2.70	0.120	17	10	54	5.00	1.33	0.055
11 Mo	5.35	12.55	2.58	0.126	21	10	65	5.94	1.53	0.059
12 Zn	5.20	12.50	2.87	0.129	25	11	52	5.16	1.49	0.062
13 Total micro.	5.30	12.22	2.72	0.136	29	10	49	5.78	1.62	0.062
14 MnO_2	5.20	12.11	2.70	0.133	24	11	45	6.17	1.65	0.065
15 Dolomite	7.00	12.75	2.87	0.130	22	12	98	5.78	7.78	0.101
16 Drainage	5.30	12.25	3.02	0.137	37	10	51	5.47	1.39	0.065
17 StSgH+ T. micro.	5.95	13.50	2.93	—	22	14	123	5.93	1.49	0.078
平均	5.57	13.08	2.89	0.139	22	12	94	6.10	1.97	0.078

附表 6. 不同處理對酸性粘板岩冲積土若干化學性質的影響

處理	PH	CEC me/100g	O. M. %	Total N %	Available P (ppm)	Available K (ppm)	Available SiO_2 (ppm)	Exchangeable Ca (me/100g)	Exchangeable Mg (me/100g)	Exchangeable K (me/100g)
1 O	5.10	11.14	2.70	0.154	41	17	35	5.00	1.30	0.075
2 St	5.05	11.49	3.02	0.161	34	16	32	4.69	1.26	0.072
3 StS	5.95	11.85	2.99	0.157	31	20	165	7.42	1.56	0.078
4 StL	6.70	12.11	2.90	0.153	47	19	115	8.13	1.07	0.078
5 SgH	6.05	11.55	2.81	0.152	61	24	182	6.49	1.46	0.078
6 StSgH	5.95	11.37	2.90	0.151	37	24	131	6.96	1.33	0.091
7 H	4.90	11.14	2.93	0.169	38	16	31	4.69	1.39	0.085
8 B	5.15	11.00	2.87	0.161	67	16	35	5.47	1.39	0.078
9 Cu	5.05	11.00	2.87	0.162	47	15	33	5.24	1.39	0.065
10 Mn	5.05	11.37	2.72	0.162	72	16	30	5.47	1.33	0.078
11 Mo	5.05	11.12	2.70	0.166	45	16	33	5.63	1.43	0.072
02 Zn	5.05	11.36	2.72	0.165	58	16	34	5.70	1.46	0.072
13 Total micro.	5.10	11.30	2.64	0.162	59	14	33	5.63	1.62	0.072
14 MnO_2	5.30	11.20	2.55	0.159	68	14	38	5.94	1.59	0.072
15 Dolomite	6.40	11.50	2.64	0.157	69	12	97	5.16	4.80	0.072
16 Drainage	5.35	11.55	2.81	0.166	49	16	36	5.31	1.14	0.068
17 StSgH+T. micro.	5.80	12.23	3.20	0.177	84	16	92	5.47	1.10	0.078
平均	5.47	11.43	2.82	0.161	53	17	68	5.79	1.57	0.076

Study on fertility improvement of latosolic paddy in Taiwan [1]

Tze-Shun Lee [2]

Summary

To further improve the productivity of the low-yield latosolic paddy in Taiwan, a greenhouse experiment was carried out from the 2nd crop, 1979, to the 2nd crop, the following year. Three successive rice crops were planted.

The soils used in this experiment were: Two from Taoyuan, a latosol and an alluvial soil derived from the latosolic parent material; one from Pingtung, an acidic slate alluvial soil, used as the check.

The treatments were divided into three categories; 1. Those for improving the soil physical conditions and fertility (six treatments were included in this group, i.e., the individual and combined additions of rice hull, fresh chopped rice straw, silicate slag or lime); 2. Those for improving the soil micronutrient status (six treatments including the additions of B, Cu, Mn, Mo, Zn and the combination of all); 3. Those for eliminating the toxicity of iron and aluminum (three treatments including the applications of MnO_2, dolomite, and a drainage treatment--drainage rate, 1 cm/day). A total of 17 treatments were compared in three replicates. Fifteen kgs of soil were used in each pot, and the pots were arranged in the greenhouse according to the randomized complete block design.

As indicated by the grain yield in these three rice crops, the best treatment for latosol was the application of rice straw (5t/ha) or hull (10 t/ha), the yield increase obtained being 16-23% and 5-35%, respectively. The simultaneous application of silicate slag or lime with straw or hull did not further increase rice yield.

Plant analysis data show that the most prominent difference caused by the application of straw or hull were the increases in K and SiO_2 contents of rice straw. These two elements were really low in rice plants grown on latosol, and its supply should thus be beneficial. Statistical correlation study also shows that rice yield were positively and significantly correlated with the levels of K and SiO_2 in rice straw. However, from the fact that the treatments in which silicate slag were applied together with straw or hull did not further increase the rice yield in spite of the resultant further increase in the SiO_2 content of plant, it may be said that the beneficial effect of the application of straw or hull in latosol was not only this. It may also be attributed to the storage of plant

1. Contribution No. 1032 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Soil Chemist, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

nutrients in soil during the early stage of plant growth probably through increased microbial activity and the release of the nutrients in later stage of growth.

Among the micronutrient treatments, that of molybdenum appeared to be the best. Though the yield increase due to Mo application was only 10-12%, far less than that due to straw or hull application, its use can still be justified because the yield effect was rather consistent, the amount needed is so small, and it can be applied together with fertillizers. Further study to confirm this result should be conducted.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China)31(1):89~96 (1982)

淡色薊馬 (*Thrips flavus* Schrank) 爲害瓜類調查及其防治試驗[1]

溫宏治　李錫山[2]

摘要：淡色薊馬 *Thrips flavus* Schrank 近年來於本省普遍爲害瓜類，其成蟲、幼蟲潛於嫩心或花器內，可致心芽萎縮，頂端生長停止，葉片黃化，植株發育不良；同時可致花器萎凋，影響結果，或造成果面產生粗疤，降低品質。各種瓜類受害程度依序爲冬瓜、節瓜、西瓜、胡瓜、南瓜、香瓜、苦瓜、絲瓜、扁蒲。

本蟲全年發生，其棲羣週年消長受降雨量影響最大，尤以7～8月降雨量最多，其密度大減，而於 10 月至次年3月間，因氣候乾燥，其密度增加。

以九種殺蟲劑進行防治比較試驗，經田間兩個試區試驗結果，以 Decis 及 Furadan 等二種殺蟲劑防治效果最佳。

本省瓜類出現的薊馬種類，至目前止，已有八種，其中淡色薊馬 (*Thrips flavus* Schrank)，於最近數年來爲害本省各種瓜類頗爲嚴重。此薊馬約在45年前在本省已有記載 (8)，當時記載僅爲害花器。因其個體細小，體色不顯明，其爲害瓜之嫩心之後，引致心葉萎縮，常誤認爲病害所致。

淡色薊馬 *Thrips flavus* 屬於纓翅目 (Thysanoptera)，錐尾亞目 (Terebrantia)，薊馬科 (Thripidae)。異名有 *Thrips melanopa* Schrank, *Thrips ochraceus* Ruricola, *Thrips flavidus* Bagnall, *Thrips clarus* Moulton, *Taeniothrips luteus* Oettingen (2)，分佈於中國大陸、臺灣、印度、菲律賓、日本、韓國、歐洲、北美洲、西伯利亞、高加索等地 (1)。本蟲屬雜食性，被害作物包括葫蘆科之西瓜、冬瓜、胡瓜、絲瓜、南瓜、香瓜、節瓜、匏瓜、佛手瓜、扁蒲，禾本科之玉米、芒，豆科之菜豆、苜蓿、紫花地丁，山菊科之山菊、波ロ針、雞角刺、茼蒿，百合科之葱、百合，茄科有茄，山茶科有茶，楊柳科有柳，錦葵科有棉，旋花科有甘藷，馬鞭草科有馬纓丹及含羞草科之含羞草 (7)。

近年來由於氣候乾旱，該蟲因而猖獗 (6)，且此蟲具趨觸性，喜藏匿於縫隙中，一般田間難以完全控制，是故乃着手調查其發生情形，並做藥劑防治試驗，俾得有效藥劑供農友使用。

材料與方法

一、田間調查

(一) 爲害調查：由民國 68 年 7 月至 69 年 6 月，分別至各地 (包括高雄縣大寮鄉、大社鄉、鳥松鄉、路竹鄉及屏東縣九如鄉、里港鄉、昌隆鄉、車城鄉) 各種瓜類栽培田 (包括西瓜、冬瓜、南瓜、胡瓜、節瓜、絲瓜、苦瓜、香瓜、扁蒲)，實地抽樣調查，每瓜田採對角線，逢機跳株取樣 20 個嫩心，檢算蟲數。

1.臺灣省農業試驗所 研究報告 第 1033 號。

2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員、副研究員兼系主任。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

(二) 爲害部位調查：由68年1月至69年1月間，於高雄縣大寮鄉及鳥松鄉，分別不同時期栽植各種瓜類（包括多瓜、西瓜、胡瓜、節瓜、南瓜、香瓜、絲瓜、苦瓜、扁蒲），並於各瓜類作物之生育期，開花期，結果期，定期（約10天）採樣調查一次。每次調查採對角線，每瓜田逢機取樣20個嫩心，20 朵花器，20 枚幼葉及 20 枚老葉，檢算各部蟲數，並觀察是否致使果面產生蟲疤。

(三) 消長調查：由68年7月至69年6月於屏東里港及高雄大寮，選擇長期瓜類（絲瓜及胡瓜），每 15 天定期調查一次，每次每瓜田採對角線逢機取樣 20 個嫩心，以其蟲數做比較。

二、殺蟲劑防治試驗

本試驗於 69 年 10 至 12 月，分別於高雄縣大寮鄉及鳥松鄉二區進行，供試殺蟲劑計有培丹（Padan 50% S. P.）、萬靈（Lannate 90% W. P.）、馬拉松（Malathion 50% E. C.）、達馬松（Tamaron 50% L. C.）、加保扶（Furadan 40.64% F）、大禧（Decis 2.8% E. C.）、二氯松（DDVP 50% E. C.）、乃力松（Dibrom 58% E. C.）、毒絲本（Dursban 22.5% E. C.）等九種。每種殺蟲劑除 Decis 外，均以其有效成份（Active ingredient）0.05 %供試，每小區面積 3×5mm 作一畦，每畦種西瓜苗6株，重複4次，按逢機完全區組排列，種植後每週檢視一次，薊馬發生時即開始噴藥，每週依供試殺蟲劑之用量施用，第一區於 69 年 10 月 30 日，11 月 6 日及 11 月 13 日噴藥三次，第二區於 69 年 10 月 8 日，11月 4 日，11 月 11 日及 11 月 18 日噴藥四次，每區於最後一次噴藥後7天調查，調查時每小區取嫩心（5cm 長）10 枚，每枚嫩心用塑膠袋裝妥，置入（4°C）冰箱內冷凍，隔日計算蟲數。

結　　果

一、各蟲期形態

卵（如圖 B）：呈米粒型，淡黃色，一端鈍圓，一端稍尖，半埋於葉肉組織內。平均長約 0.34mm，卵寬 0.12mm。

幼蟲：有二齡，第一齡幼蟲（如圖 C）體型粗短，淡黃色，身體分節較不明顯，體上剛毛亦少。體長平均 0.58mm。第二齡幼蟲（如圖 D）體型細長，淡黃色，身體分節明顯，體上剛毛顯見。體長平均 1.0mm。

蛹期（如圖E）：體型細瘦，黃色，複眼褐色，觸角緊縮，中胸有翅芽，有足行動緩慢。體長平均 1.24mm。

雌成蟲（如圖 A）：雌蟲體細瘦，呈淡黃色，頭部寬大且長，略呈四方形，剛毛短。觸角7節，第3、4節具一叉狀感覺錐，6、7節呈褐色，具一對複眼，三個單眼呈三角形排列，位於複眼之間。前胸背板剛毛短，中胸腹板具一小針，後胸後角左右各具一對長剛毛，後緣具三對短剛毛，介於後角剛毛之中間。中、後胸各具一對翅，翅細長，前、後翅之前、後緣具細長緣毛，俗稱緣毛翅(Fringe wing)，前翅具上、下二脈，前緣具剛毛 21～25 支，上脈着生剛毛 10 支，中間不着生，呈7＋1＋1＋1排列，下脈 10—13 支，呈等距離排列，前、中、後胸各具一對足，足末端呈胞狀，俗稱胞狀足（bladded foot），身體藉此器官可吸附在各種不同寄主上。腹部 10 節，末端呈鈍狀，具鋸齒狀產卵管，腹部第二節背板二側各具4支剛毛，腹板第3—7節後緣具三對主剛毛，第8節後緣密佈梳狀剛毛，第9節具2對盤蓋孔。體長平均 1.35mm。

雄成蟲：一般身體顏色及形態和雌成蟲相似，惟身較小，腹部第3—7節各具一腺室（glandular area）。體長平均 1.15mm。

二、消長調查

本省南部除絲瓜、胡瓜外，其他瓜類均受氣候限制，無法整年栽植，是故淡色薊馬之消長調查工作，僅限於絲瓜、胡瓜，由圖1所示淡色薊馬之棲羣週年消長，受雨量之多寡及溫度之高低所影響，其中以雨量影響最大，7、8 月雨量最多，其密度顯然降低，10 月至次年2、3 月間，雨量最少，

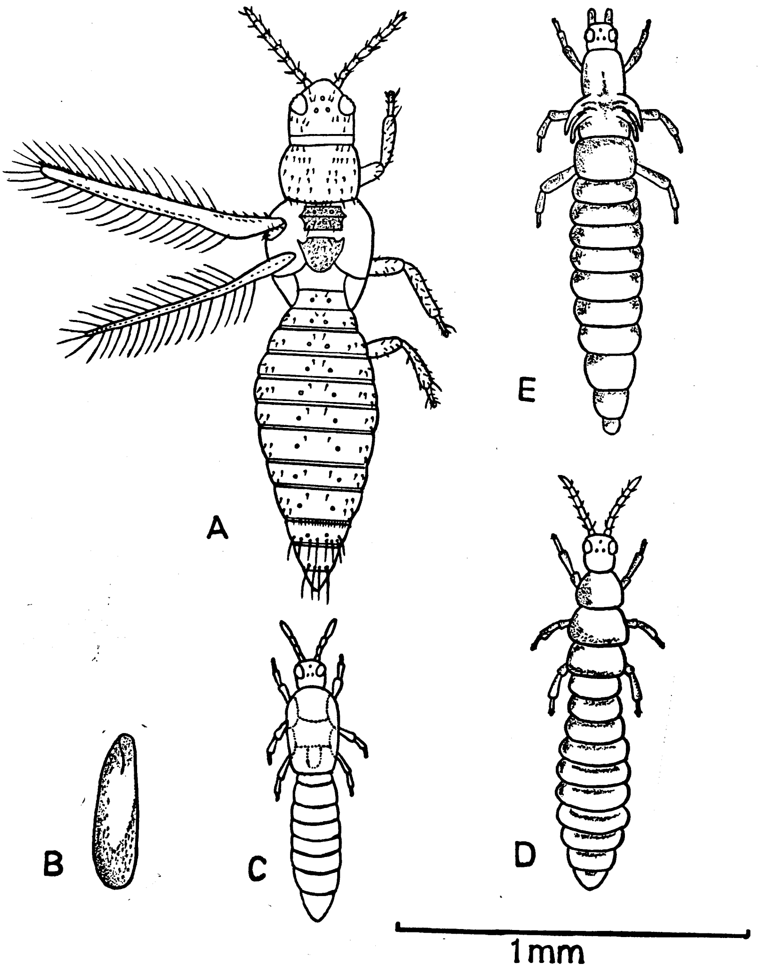


圖 1：淡色薊馬之形態。A, 雌成蟲。B, 卵。C, 第一齡幼蟲。D, 第二齡幼蟲。E, 蛹。

Fig. 1. The morphology of *Thrips flavus*. A, adult (♀). B, egg. C, 1st instar larvae. D. 2nd instar larvae. E, pupa.

其密度顯著的增加，4 月雨量較高，其密度下降，5 月雨量又減少，淡色薊馬密度便略爲增加。

三、爲害瓜類調查

淡色薊馬在本省南部分佈已甚爲普遍，各地瓜園皆可採到該蟲，由表 1 顯示，多瓜受害最嚴重，如路竹地區爲害率達 100 %；其次爲節瓜，節瓜在本省栽培只限大寮鄉，受害亦不輕；西瓜受害頗重，如車城、大寮地區爲害率達 100 %；胡瓜部份地區如路竹、里港爲害亦重；南瓜、絲瓜、香瓜、苦瓜等受害較輕；扁蒲則受害較微，綜觀各種瓜類受淡色薊馬爲害程度依序爲多瓜、節瓜、西瓜、胡瓜、南瓜、香瓜、苦瓜、絲瓜、扁蒲。

四、爲害部位

淡色薊馬爲害瓜之心梢、幼葉、老葉、幼果及花器，發生嚴重時尚可波及蔓莖，一般以心梢受害最多，嚴重可致心芽萎縮，並呈褐化，茸毛減少，終至頂端生長停止；爲害幼葉一般分佈於葉背，嚴重可擴及正面葉脈處，致使葉片發育緩慢或成畸形；爲害花器，可致凋萎而不結果，或幼果黃化脫落，或果實表面有粗斑，或沾附其排泄物，影響品質；爲害老葉，一般均在葉背，嚴重時擴及葉面，致使葉片提早衰黃。各種瓜類被害部位，如表2.所示，均有差異。

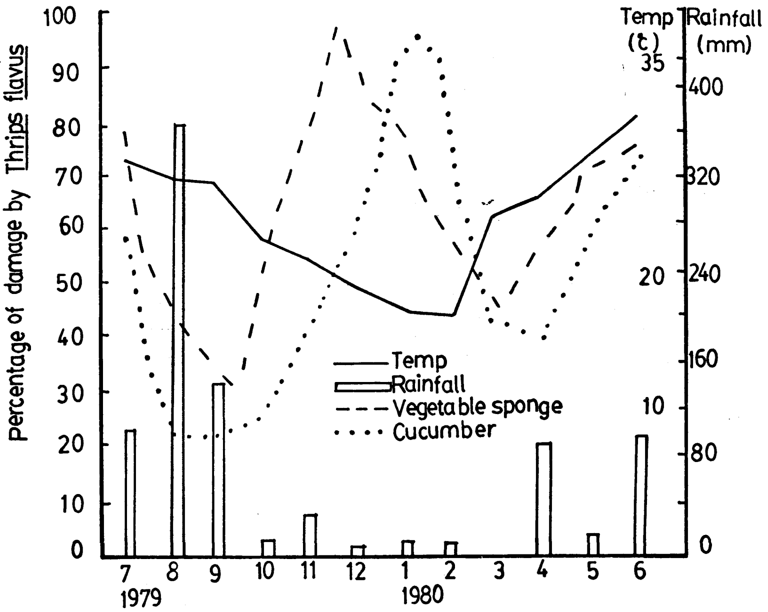


圖2. 淡色薊馬週年消長調查

Fig. 2. Seasonal occurrence of *Thrips flavus* Schrank.

表1. 本省高、屏地區淡色薊馬爲害瓜類調查

Table 1. The investigation of damage by *Thrips flavus* on cucurbits in Kaohsiung-Pingtung areas (July 1979 to June 1980)

作物種類 Crops	爲害率 (%) Damage rate (%)								
	高雄 Kaohsiung				屏東 Pingtung				平均 Mean
	路竹 Lu-chu	大社 Ta-she	鳥松 Niao-sung	大寮 Ta-liao	九如 Chju-ju	里港 Li-kang	昌隆 Chang-lung	車城 Che-cheng	
冬瓜 Wax gourd	100.00	—	—	97.50	—	—	—	—	98.33
節瓜 Nodose wax gourd	—	—	—	92.00	—	—	—	—	92.00
西瓜 Water melon	—	70.00	70.00	100.00	—	—	85.00	100.00	85.00
胡瓜 Cucumber	90.00	70.00	75.50	63.88	50.00	95.00	81.25	—	75.09
南瓜 Pumpkin	100.00	—	—	50.25	47.41	32.70	—	—	57.59
絲瓜 Vegetable sponge	17.50	20.00	74.20	47.50	10.00	73.75	—	35.50	39.77
香瓜 Muskmelon	—	6.60	90.00	63.33	—	—	62.50	—	55.62
苦瓜 Balsam pear	—	57.30	65.00	6.66	40.00	90.00	—	—	51.79
扁蒲 Calabash gourd	4.30	2.40	—	6.60	6.60	1.30	—	—	4.24

表2. 瓜類受淡色薊馬爲害之部位調查

Table 2. The investigation on cucurbits damaged by *Thrips flavus* (Jan. 1979 to Jan. 1980)

作物種類 Crops	爲害率 (%) Damage rate (薊馬數／單器官 No. of thrips/one organ)							
	心梢 Shoot		幼葉 Young leaf		老葉 Mature leaf		花器 Flower	
冬瓜 Wax gourd	98.00	(9.48)	84.00	(3.59)	78.00	(8.97)	68.00	(2.07)
節瓜 Nodose wax gourd	92.00	(8.48)	40.33	(3.68)	38.75	(2.83)	37.50	(1.35)
西瓜 Water nelon	72.85	(5.29)	41.42	(1.82)	34.28	(1.19)	3.75	(0.04)
胡瓜 Cucumber	76.29	(3.60)	66.09	(4.26)	65.66	(3.41)	26.67	(0.38)
南瓜 Pumpkin	61.00	(3.90)	20.00	(3.25)	15.00	(0.95)	35.00	(0.60)
絲瓜 Vegetable sponge	43.69	(1.95)	21.36	(5.95)	7.77	(0.13)	51.99	(3.95)
香瓜 Muskmelon	53.33	(1.53)	30.00	(1.04)	17.5	(0.67)	26.66	(0.56)
苦瓜 Balsam pear	50.41	(1.11)	8.33	(0.10)	6.66	(0.06)	11.25	(0.13)
扁蒲 Calabash gourd	3.33	(0.03)	0.00	(0.00)	0.00	(0.00)	0.00	(0.00)

五、藥劑防治試驗

本試驗於高雄縣鳥松鄉及大寮鄉分設二試區進行，第一試區原預定噴藥四次，但噴至第三次時發現部份小區已發生毒素病，恐受毒素病之干擾，乃於第三次噴藥後 7 天即行調查。第二試區按原進度施藥四次。

表3. 西瓜淡色薊馬田間藥劑試驗結果 (第一試區69年10月～12月)

Table 3. Results of chemical control of *Thrips flavus* on watermelon (Experimental field I, Oct. —Dec. 1980)

殺蟲劑與施用倍數 Insecticide & dilution factor	薊馬數/10嫩心 No. of thrips/10 shoots					防治率 Percent control
	重複 Replication				平均[a] Mean	
	I	II	III	IV		
培丹 (Padan) 50% SP 1 : 1,000	73	24	73	57	56.75cd	39.79
萬靈 (Lannate) 90% WP 1 : 1,800	66	40	63	36	51.25c	45.63
馬拉松 (Malathion) 50% EC 1 : 1,000	36	28	31	18	28.25b	70.03
達馬松 (Tamaron) 50% LC 1 : 1,000	18	17	13	39	21.75ab	76.93

殺蟲劑與施用倍數 Insecticide & dilution factor	薊馬數/10嫩心 No. of thrips/10 shoots					防治率 Percent control
	重複 Replication				平均[a] Mean	
	I	II	III	IV		
加保扶 (Furadan) 40.64% F 1 : 800	25	9	14	15	15.75ab	83.29
大禧 (Decis) 2.8% EC 1 : 2,000	8	12	8	10	9.50a	91.25
二氯松 (DDVP) 50% EC 1 : 1,000	57	34	65	45	50.25c	46.69
乃力松 (Dibrom) 58% EC 1 : 1,000	62	68	98	65	73.25d	22.29
毒絲本 (Dursban) 22.5% EC 1 : 500	63	56	55	71	61.25cd	35.02
對照 (不施藥) Check (untreated)	84	99	105	91	94.25e	0

a. 根據 Duncan 氏多項變域測驗分析，凡英文字母相同者，即表示在顯著機率 p=0.05 時差異不顯著。
Means not followed by the same letter are significantly different at the 5% Probability level, Duncan's multiple range test.

表4. 西瓜淡色薊馬田間藥劑試驗結果（第二試區69年10～12月）
Table 4. Results of chemical control of *Thrips flavus* on watermelon (Experimental field II Oct. —Dec. 1980)

殺蟲劑與施用倍數 Insecticide & dilution factor	薊馬數／10嫩心 No. of thrips/10 shoots					防治率 Percent control
	重複 Replication				平均[a] Mean	
	I	II	III	IV		
培丹 (Padan) 50% SP 1 : 1,000	80	84	68	78	77.50cd	42.70
萬靈 (Lannate) 90% WP 1 : 1,800	75	48	52	57	58.00b	57.12
馬拉松 (Malathion) 50% EC 1 : 1,000	101	100	85	67	88.25de	34.76
達馬松 (Tamaron) 50% LC 1 : 1,000	66	52	64	72	63.50bc	53.05
加保扶 (Furadan) 40.64% F 1 : 800	16	15	15	6	13.00a	90.39
大禧 (Decis) 2.8% EC 1 : 2,000	12	7	9	4	8.00a	94.09
二氯松 (DDVP) 50% EC 1 : 1,000	92	89	99	110	97.50ef	27.92
乃力松 (Dibrom) 58% EC 1 : 1,000	133	101	96	116	111.50f	15.57
毒絲本 (Dursban) 22.5% EC 1 : 500	79	80	85	96	85.00de	37.16
對照 (不施藥) Check (Untreated)	128	137	117	159	135.25g	0

討　論

淡色薊馬體形微小，行動活潑，爲近年來本省瓜類心梢之主要害蟲，對瓜類初期之發育影響至鉅，其分佈於世界廣泛，寄主繁多。其棲羣密度如圖2所示，受雨量影響最大，在本省與其他薊馬類如香蕉薊馬、葱薊馬及綠蘆筍黑腹薊馬等，同樣均是在乾旱季節發生最多[3,4,5]。而本省 67—69 年氣候均連續乾旱，瓜田在少雨及缺水灌溉下，一逢高溫，便促使本蟲之猖獗，尤以經濟價值較高之西瓜受害最烈。

一般田間防治該蟲不易原因有①該蟲體型細小色淡，早期爲害不易被發現，至後期發生嚴重，即心梢枯萎褐化時，防治已較困難。②該蟲常在瓜株之茸毛間潛行食害，表面噴藥難以接觸毒殺。③該蟲之假蛹係於土中棲息，倍增防治之困難。④至目前爲止，尙未發現該蟲之有效天敵能予控制。

本蟲具趨觸及負光等習性，故其分佈於各種瓜類及部位，可能受瓜株茸毛之濃密與稀疏所影響，由表2得悉一般茸毛較濃密之多瓜及節瓜之心梢或幼果受薊馬爲害較烈，反之茸毛較稀疏之絲瓜及苦瓜，則受害較輕。

乾旱季節栽植西瓜，易感染毒素病，病株心葉萎縮，影響薊馬之棲羣，是故本次試驗第一試區初期感染毒素病，即停止噴藥，及早調查，減少該病之干擾，雖然與第二試區噴藥次數有異，但對供試藥劑間之藥效比較並未受影響。供試藥劑由表3，表4顯示 Decis 2.8% E. C. 2000 倍及 Furadan 40.64% F 800 倍防治效果最佳。

誌謝：本試驗承經濟部商品檢驗局陳連勝先生鑑定薊馬學名，文成後復蒙斧正，謹此誌謝。

參　考　文　獻

1.陳連勝・1978・臺灣玉米薊馬種類及其分佈情形・科學發展月刊6(6)：579—590。
2.陳連勝・1979・臺灣茶樹之薊馬・植保會刊・21：377—382。
3.張艮傳・1973・葱薊馬粒狀殺蟲劑之防治試驗・農業研究・22(4)：285—289。
4.湯慶銓・1973・臺灣香蕉薊馬生態之研究・臺灣省農業試驗所民國61年年報 p：162—163。
5.湯慶銓・1976・綠蘆筍黑腹薊馬之生態研究・中華農業研究・25(4)：299—309。
6.溫宏治、李錫山・1980・淡色薊馬爲害瓜類調查・中華植保學會・民國69年年會論文摘要：20。
7.蔡雲鵬・1965・臺灣植物害蟲名彙・臺灣省檢驗局・植物檢疫資料5號：21—22。
8.高橋艮一・1935。應用上より見たる臺灣產總翅目昆蟲。熱帶學會誌7：67—78。
9. Lain-sheng Chen, 1980. Thrips associated with Mulberry plant (*Morus* sp) in Taiwan Proc. Natl. Sci, Counc. Roc 4 (2) : 169-182.

Field studies on cucurbit thrip (*Thrips flavus*) and its control[1]

Hung-chich Wen and Hsi-shan Lee[2]

Summary

Thrips flavus was reported attacking cucurbits in Taiwan by R. Takahashi in 1935. It became severely injurious to cucurbits in the recent years. Adults and larvae of this thrip hidden in the shoots as well as flowers sucked plant sap and caused stunt shoots and retarted terminals. When plants were attacked by this thrips usually resulted in yellowish leaves, wilted flowers and scarred fruits. The quality of fruits was greatly reduced by its heavy infestation. The degrees of cucurbits damaged by this thrip orderly as follow are wax gourd, nodose wax gourd, watermelon, cucumber, pumpkin, vegetable sponge, muskmelon, balsam pear, calabash gourd.

This thrip occurred all year round in southern Taiwan. Its population increased during dry season (Oct. —Dec. & Jan. -Mar.) and decreased during wet season (Jul. - Aug.). It was obviously affected by precipitation.

Nine insecticides were tested for the control of this thrip. Two experimental fields located in Taliao and Niaosung, Kaohsiung hsien, respectively. Six seedlings of watermelon were planted in one plot with 4 replications and complete randomized design. Four applications were done totally at a 7-day interval. On the 7th day after last application, 10 shoots were randomly taken from each plot and all the thrips remained are counted. Results indicated that Decis and Furadan showed the most effective in checking the thrips in two experimental fields.

---

1. Contribution No. 1033 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Entomologist, Entomologist and Head, respectively, Division of the Plant Protection, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan City, Kaohsiung Hsien, Taiwan 830, ROC.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China　31(1)：97～101 (1982)

玫瑰害蟲之種類與其爲害狀況[1]

王　清　玲[2]

摘要：自1979至1981年於本省中部地區調查玫瑰（*Rosa rugosa*）害蟲之種類與其爲害。共發現害蟲28種，分別屬於7目17科，及一種葉蟎。其中花薊馬（*Thrips hawaiiensis*），臺灣花薊馬（*Frankliniella formosae*），棉蚜（*Aphis gossypii*），臺灣青銅金龜（*Anomala expensa*），赤脚銅金龜（*Anomala cupripes*），長金龜（*Adoretus sinicus*）、斜紋夜蛾（*Spodoptera litura*）、臺灣黃毒蛾（*Euproctis taiwana*）、小白紋毒蛾（*Orgyia postica*）及神澤氏葉蟎（*Tetranychus kanzawai*）等較常發生且爲害嚴重。各類害蟲之發生時期、生活習性與爲害特性等均在文中分別敍述討論。

玫瑰（*Rosa rugosa*）一向爲廣受大衆喜愛的庭院花木，雖然栽植極爲普遍，且在生長發育之各階段均常受多種昆蟲危害，然在其成爲經濟作物之前，對於其上發生之害蟲種類、爲害方式以及防治方法皆欠缺系統性之探討與研究。近年來由於國民生活改善，對花卉之需求日益增加，加上外銷市場之開拓，玫瑰之經濟栽培逐年增加，其上之害蟲亦漸受栽培者重視。

一般糧食、蔬菜等作物，高產量是栽培所追求的最高目標，但是花卉作物以觀賞爲主，特別强調品質，微小之瑕疵即會降低其商品價值。很多在其它作物上不具經濟重要性之害蟲，在花卉栽培上却不能忽視。

本省所生產之玫瑰不論供作切花或庭植，均爲露地栽培。且其爲多年生植物，一旦種植即可終年生長，故害蟲種類繁多，對植物造成不同方式、不同程度之損害。

本所應用動物系自 1979 年開始進行主要經濟花卉之害蟲調查研究，收集資料以爲進一步防治之參考。現已完成玫瑰害蟲之調查，其餘重要花卉作物之害蟲調查亦在進行中。

材料與方法

自 1979 至 1981 年於彰化縣之永靖、田尾、臺中縣之埔里、員林等玫瑰栽培地區以及本所農場自設之花圃中採集玫瑰害蟲，觀察其種類、發生時期等，並於本所溫室內種植盆栽之玫瑰，飼養害蟲於其上，以觀察其生態習性，爲害特徵。搜集所得之害蟲均經製成標本後鑑定學名。

結果與討論

玫瑰上害蟲種類很多，且終年不斷發生。本次調查共發現害蟲 28 種，分屬7目 17 科，此外並有1種葉蟎爲害。其名稱均列於表1中。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1034 號。本報告蒙林業試驗所陶家駒先生，商品檢驗局陳連勝先生以及本所林珪瑞先生、羅幹成先生協助鑑定學名；並蒙本系邱主任瑞珍斧正文稿，謹此致謝。

2.本所應用動物系助理研究員，臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

表 1.玫瑰害蟲之種類

Table 1. List of insect pests on rose

直翅目	Orthoptera
螻蛄科	Gryllotalpidae
螻蛄	*Gryllotalpa africana* Palisot de Beauvois
纓翅目	Thysanoptera
薊馬科	Thripidae
花薊馬	*Thrips hawaiiensis* (Morgan)
臺灣花薊馬	*Frankliniella formosae* Moulton
管薊馬科	Phloeothripidae
中國薊馬	*Haplothrips chinensis* Priesner
同翅目	Homoptera
葉蟬科	Jassidae
小綠葉蟬	*Empoasca formosana* Paoli
蚜蟲科	Aphididae
棉蚜	*Aphis gossypii* Glover
玫瑰蚜	*Rhodobium porosum* (Sanderson)
粉蝨科	Aleyrodidae
柑桔刺粉蝨	*Aleurocanthus spiniferus* Quaintance
半翅目	Hemiptera
盲椿象科	Miridae
盲椿	*Campylomma* sp.
鞘翅目	Coleoptera
金龜子科	Scarabaeidae
赤脚銅金龜	*Anomala cupripes* Hope
臺灣青銅金龜	*Anomala expensa* Bates
白點花金龜	*Protaetia orientalis* Gony et Percheron
長金龜	*Adoretus sinicus* Burmeister
出尾蟲科	Nitidulidae
出尾蟲	*Haptoncus* sp.
天牛科	Cerambycidae
星天牛	*Anoplophora maculata* (Thomson)
象鼻蟲科	Curculionidae
黑小象鼻蟲	*Auletobius uniformis* Roelofs
鱗翅目	Lepidoptera
夜蛾科	Noctuidae
番茄夜蛾	*Helicoverpa armigera* (Hübner)
細帶夜蛾	*Paralellia arctotaenia* Guéneé
斜紋夜蛾	*Spodoptera litura* (Fabricius)
白星夜蛾	*Achaea melicerta* Drury
毒蛾科	Lymantriidae
小白紋毒蛾	*Orgyia postica* (Walker)
臺灣黃毒蛾	*Euproctis taiwana* (Shiraki)
柑毒蛾	*Dasychira mendosa* Hübner
尺蠖蛾科	Geometridae

淡紅紋尺蠖 *Photoscotosia atrostrigata* Bremer
青尺蠖 *Phalassodes* sp.
避債蛾科 Psychidae
避債蛾 *Clania preyeri* Leech
刺蛾科 Eucleidae
臺灣刺蛾 *Natada conjuncta* Walker
膜翅目 Hymenoptera
切葉蜂科 Megachilidae
薔薇切葉蜂 *Megachile* sp.
蟎類 Acari
葉蟎科 Tetranychidae
神澤氏葉蟎 *Tetranychus kanzawai* (Kishida)

一、薊馬 薊馬是花卉作物上最常見的害蟲，經常會發現其細小的個體隱匿於花瓣間、花蕊上或花托中，行動活潑迅速。通常有 2 、3 種薊馬混處於同一朵花中，密度高時一朵花中之薊馬總數可達 20～30 隻。終年均不斷發生，乾燥的季節發生尤爲猖獗，多雨的季節則較少。一般在玫瑰上爲害的以花薊馬 (*Thrips hawaiiensis*) 與臺灣花薊馬 (*Frankliniella formosae*) 密度較高，中國薊馬 (*Haplothrips chinensis*) 較少發現。其在花瓣上之銼吸，偶而會造成斑痕，一般系統性的殺蟲藥劑即可壓抑其密度至相當程度(2) ，如非大量發生，其爲害並不致於影響花卉之生產， 但因花卉外銷在入境他國時，需經當地政府的入境植物檢疫，如不澈底淸除，易在外銷檢疫時遇到障礙，影響花卉之出口貿易，因此薊馬成爲目前外銷花卉上的重要害蟲。

二、蚜蟲 蚜蟲多於初春時節出現，喜聚集在幼嫩枝條或花苞上，吸取植物汁液。蚜蟲在初形成的花苞上吸食所造成之傷口，會在日後展開之花瓣上留下點刻般之褐色痕跡，食痕週圍之花瓣亦有變色之現象，嚴重時花瓣也會扭曲變形，大量羣聚在枝條上之蚜蟲會使新生之嫩芽細小，新葉畸形。此外，蚜蟲亦可能爲毒素病之傳播媒介(3) 。

三、柑桔刺粉蝨 柑桔刺粉蝨 (*Aleurocanthus spiniferus*) 以幼蟲越冬，於春季開始化蛹、羽化，大量增殖。其個體多棲息在葉片背面，卵、幼蟲、蛹、成蟲可能存在於同一葉片上。幼蟲固定在一處吸食葉液，不喜移動，成蟲有翅，遇驚擾即迅速飛離。發生多時，刺粉蝨之黑色蟲體滿布葉背，吸食汁液，常使樹勢衰弱，因此種刺粉蝨亦爲柑桔上之主要害蟲，與柑桔園爲鄰之玫瑰，尤易受此蟲之感染爲害。

四、鞘翅類 金龜子幼蟲潛伏於根系附近之土壤中，以土壤中腐植質或根部組織爲食，成蟲食害花蕾、葉片或幼嫩枝芽。中部地區兩種綠金龜 (*Anomala cupripes, Anomala expensa*) 與白點花金龜 (*Protaetia orientalis*) 多在 5 月左右羽化，因出現時間集中，通常一旦發生則數目很多，因此往往一時之間造成大害，花或葉均被吃成孔洞，葉片甚至被食成網目狀，其排泄物亦在花、葉上造成明顯的污染。長金龜 (*Adoretus sinicus*) 個體較小，成蟲羽化時間較早，在三月左右即已出現，成蟲白日多隱匿於植株附近鬆軟之土層中，很少見到其踪影，夜間方才爬到植株上取食葉片、花蕾等，食痕所造成之孔穴較前述三種金龜子所造成者爲小。金龜子類幼蟲可以施土壤殺蟲劑防除，成蟲則施用葉面散布劑防除(2) ，但因其爲雜食性，寄主很多，加以成蟲飛翔力强， 隨時可自附近之作物上飛來爲害，因此很難根絕。如花卉爲珍貴品種，或需採種者，必要時需於金龜子發生季節將花蕾套袋，以確保其完整。

黑小象鼻蟲 (*Auletobius uniformis*) 體長包括口吻在內共約 4mm ，全體黑色，專門爲害莖部，成蟲在新生之嫩莖或花梗上以口器刺洞取食，並產卵於嫩枝之內部組織中，幼蟲孵化後即取食組織，被害之新梢或花梗迅即失水乾枯，呈黑褐色而凋萎，夏季發生數量較多，爲害嚴重。

出尾蟲 (*Haptoncus* sp.) 爲小型甲蟲，體長不及 2mm，全體黃褐色，終年發生，存在於花中，以花粉與花蜜爲食。

星天牛 (*Anoplophora maculata*) 幼蟲蛀食根或莖部，或蟲食害葉片，但調查期所發現之數目極少。

五、鱗翅類 鱗翅類害蟲均於幼蟲期爲害花蕾與葉片，以小白紋毒蛾 (*Orgyia postica*)，臺灣黃毒蛾 (*Euproctis taiwana*) 及斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura*) 發生數量較多，小白紋毒蛾與臺灣黃毒蛾於春、秋出現，斜紋夜蛾則終年發生，此三種蛾類寄主範圍均極廣，許多種作物上均可發現，爲相當普遍的農作物害蟲。

細帶夜蛾 (*Paralellia arctotaenia*) 之幼蟲於秋季開始出現，喜食植株之新芽幼葉，多於夜間活動取食，白日則靜止在植株上，止息時身體伸直，緊拉成細長狀，緊緊貼附於已萎凋花朵之黑褐色乾枯花梗上，因幼蟲之形狀與體色均與所貼附之乾枯花梗極爲近似，故不仔細觀察多不易發覺。老熟幼蟲在植株附近之土壤中黏結土粒成土室而化蛹其內，成蟲翅暗黑褐色，前後翅中央各有一條明顯的白色橫紋，除薔薇科植物外，尙爲害莨麻[2]。如針對幼蟲之習性，於秋季幼蟲開始出現之季節勤加剪除已枯萎之花枝，收集後予以焚毀或土埋，則可大量降低其密度。

番茄夜蛾 (*Helicoverpa armigera*) 幼蟲喜鑽入花苞中取食，待此一苞內部被食盡，即鑽出再爬入另一花苞內爲害，以春、秋季較常發生，幼蟲老熟後入土化蛹。一般所見發生之數目不及毒蛾類多，但因專門爲害花苞，故造成之損害不輕。

白星夜蛾 (*Achaea melicerta*) 幼蟲喜食花苞，亦食幼葉，體形大小與細帶夜蛾幼蟲相似，但顏色較爲鮮明。成蟲前翅爲灰黑色，無明顯斑紋，後翅有白色斑。除玫瑰外，據記載亦爲害莨麻[1]。

淡紅紋尺蠖 (*Photoscotosia atrostrigata*) 幼蟲青褐色，休息時僅以尾肢支持身體，全身挺立於玫瑰枝條上。成蟲翅暗褐色，前翅有多數的細小波紋。後翅無波紋，近翅頂處有一淡黃色的區域。

柑毒蛾 (*Dasychira mendosa*)，青尺蠖 (*Thalassodes* sp.)，避債蛾 (*Clania preyeri*)，臺灣刺蛾 (*Natada conjuncta*) 等均以食害葉片爲主，通常發生數量不多。

六、切葉蜂 有時發現玫瑰的葉緣有許多圓形或橢圓形，直徑 1 至 2cm 之缺口，缺口之邊緣極爲整齊，有似以銳利的刀口所切割，這就是切葉蜂 (*Megachile* sp.) 出現的證據，因其爲害造成之痕跡特殊，故極易判別。切葉蜂以口器切割葉片以爲築巢之用，它的行動極爲迅速，切下葉片僅需 3、4 秒鐘，且隨即銜走，並不停留於葉片附近，因此如非特意守候，不易見到其踪影。切葉蜂因往來迅速故藥劑防治困難，幸而其僅割取葉片，不爲害花朵。但如葉片被割取太多，亦將影響植株之生育。

七、葉蟎 在溫暖乾燥的季節，葉片背面常有神澤氏葉蟎 (*Tetranychus kanzawai*) 發生，翻開葉片背面，可看到許多個體微小之紅褐色葉蟎在葉背或在其所集結之絲網上爬行，成蟎與若蟎均刺吸植物之養份，其爲害使葉片之色素消失而呈灰白色。其寄主範圍極廣，尤易於溫室內栽植之花卉作物上滋生爲害，嚴重時葉片由灰白色變成黃褐色、乾枯而脫落。二點葉蟎生命週期甚短，產卵量多，故其蔓延速度極爲驚人，如不適當防治，爲害可能相當嚴重。

玫瑰是極普遍的一種花卉作物，栽植的區域很廣，如包括國外的記錄，則迄今至少已有45種害蟲爲人發現[3]，且新的害蟲還一直不斷地在繼續增加中。盡管如此，眞正能威脅玫瑰栽植之害蟲並不多，大部分的種類均可以殺蟲藥劑控制，已往一直被認爲是玫瑰上經常發生之介殼蟲類如 *Icerya*, *Aulacaspis*, *Chrysomphalus* 等屬[1]，此次調查均未發現，此即可能爲一般商業性之花圃經常施藥，因而使其絕跡。目前比較難於控制的多屬個體細小之種類如蚜蟲，薊馬、葉蟎等。

參考文獻

1. 蔡雲鵬。1965。臺灣植物害蟲名彙。278pp. 臺灣省檢驗局。
2. 森田儔、上住泰、中村秀雄。1978。花の病害蟲防除。241pp. 家の光協會。日本。
3. Naegele, J. A. and R. N. Jefferson. 1964. Floricultural entomology. Entomological Review (21) : 319-340.

Insect pests and their injury on rose[1]

Chin-ling Wang[2]

Summary

From two year observations (1979-1980) in central Taiwan, we have found 28 species of insects belonging to seven orders and 17 families, and one species of mite destructive to rose (*Rosa rugosa*). Among them, the flower thrips (*Thrips hawaiiensis*), the Taiwan flower thrip (*Frankliniella formosae*), the cotton aphid (*Aphis gossypii*), the June beetles (*Anomala expensa, A. cupripes*), the brown chafer (*Adoretus sinicus*), the army worm (*Spodoptera litura*), the Taiwan yellow moth (*Euproctis taiwana*), the small tussock moth (*Orgyia postica*) and the Kanzawa spider mite (*Tetranychus kanzawai*) are more common and cause serious injuries. This paper presents results of investigations made on type of damage, habits of feeding, and time of occurrence of these pests.

1. Contribution No. 1034 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Entomologist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

Vol. 31, No. 1 March 1982

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

The microspore development and haploid embryogenesis of anther culther with five nitrogen doses to the donor tobacco plants ……… Hsin-Sheng Tsay… 1

Studies on the quantitative inheritance of rice (*Oryza sativa* L.) III. Genetical studies on quantitative characters in the crosses between *Indica* and *Japonica* rice……… Te-Mei Chang, Yih-Chuan Kuo and Sung-Ching Hsien…14

The effects of clipping young plants at different stages on grain yield and quality of maize …… Hung-shung Lu and Hsing-hsien Chen…24

Effect of sowing date and planting density on the growth of fiber cell in oilseed flax………C. M. Han, J. R. Juang and S. M. Chiu…35

Effect of harvesting date storage temperature and packaging material on the decay and quality of orange (Citrus sinesis, var. Golden-seal) ……… Shue-cheng Lin and Wei-yee Wang…42

Cytogenetic studies on *Asparagus officinalis* L. I. Karyotype and hybridization of Asparagus officinalis L. ……… Min-Syang Chen and Tzay-Fa Sheen…51

Cabbage seed production in the subtropics ………Tzay-Fa Sheen…59

Study on fertility improvement of latosolic paddy in Taiwan. ……… Tze-Shun Lee…71

Field studies on cucurbit thrip (*Thrips flavus*) and its control ……… Hung-chich Wen and Hsi-shan Lee…89

Insect pests and their injury on rose ………Chin-ling Wang…97

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung Hsien, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政臺字第二〇七六號登記爲第一類新聞紙類

發行人 萬 雄 臺中縣霧峰鄉萬豐
印刷所 臺灣省政府印刷廠 臺中縣大里鄉草湖